İTÜ 250 YIL

6 Şubat 2023

04.17 Mw 7,8 Kahramanmaraş (Pazarcık, Türkoğlu), Hatay (Kırıkhan),
ve
13.24 Mw 7,7 Kahramanmaraş (Elbistan / Nurhak-Çardak)

# DEPREMLERİ

Nihai Rapor



Mart 2023

İTÜ

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

1773

250 YIL

1773—2023

## Önsöz

6 Şubat 2023 tarihinde ülkemizin doğusunda gerçekleşen ve toplam on ilimizi etkileyen deprem felaketi hepimizi derinden etkiledi. Depremlerin hemen ardından, İstanbul Teknik Üniversitesi öğretim üyeleri bölgede incelemeler yapmak üzere yola çıktılar. İnşaat mühendisliği, jeoloji mühendisliği, jeofizik mühendisliği, mimarlık gibi alanlardaki uzman isimlerden oluşan İTÜ'lü bilim insanları, gruplar halinde bölgedeki şehirlerde inceleme ve gözlemlerde bulundular.

İTÜ'lü akademisyenlerimiz çalışmalarını sahada sürdürürken, bizler de üniversite olarak öğrencilerimizle, çalışanlarımızla ve mezunlarımızla bir yardım seferberliği içerisine girdik. Yaşanan deprem felaketinin ardından yardım çalışmaları için hızlı ve etkili şekilde organize olduk. İTÜ Ailesi kısa sürede tek yürek olarak afetten etkilenen bölgelere ilk etapta on tır ayni yardım malzemesi ulaştırdı. Ayrıca, depremzedeler için ayni yardıma dönüştürülmek üzere AFAD ile ortak bir bağış kampanyası düzenlendi. Bunun yanında, Kızılay ile birlikte kampüste kan bağışı kampanyası yürüttük ve yine depremden doğrudan etkilenen İTÜ'lü öğrenciler ve ailelerinin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir bağış kampanyası başlatıldı.

Afet yaşanan bölgenin en temel problemlerinden biri de temiz su ihtiyacıydı. Yaşanan temiz su problemini azaltmak için UYG-AR merkezlerimizden MEM-TEK'te üretilen 253 adet su arıtma modülü de bölgeye gönderildi. Ayrıca, İTÜ Müzik İleri Araştırma Merkezi (MİAM) tarafından internet bağlantısına ihtiyaç duymadan çalışabilen "Enkaz Dinleme Uygulaması" geliştirildi.

Bölgeye giden çok sayıda uzman akademisyenimizin yanı sıra şoför, tekniker, aşçı, güvenlik ve diğer pek çok meslek grubu personelinden oluşan gönüllü ekipler; personel eksiği olan bölgelerde görevlendirilerek yardım çalışmalarına dahil oldular. Ayrıca akademisyenlerimiz, çeşitli haber kanalları ve gazeteler aracılığıyla halkı deprem konusunda bilgilendirdiler ve bilgilendirmeye de devam etmekteler.

Deprem bölgesindeki ilk tespit çalışmalarını süratle tamamlayan akademisyenlerimiz bir ön rapor hazırladılar. 17 Şubat 2023 tarihinde yayınlanan bu ön tespit raporunun ardından bölgedeki akademisyenlerimiz çalışmalarını sürdürdüler ve raporu nihayete ulaştırdılar. Bölgedeki depremin analizini yapan, fay hareketliliğini inceleyen ve yaşanan felaketin sonuçlarını kapsamlı biçimde ele alan daha kapsamlı bu raporumuzla birlikte deprem raporumuzu güncellemiş oluyoruz. Bu raporun hazırlanmasında katkısı bulunan, İnşaat Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, Jeofizik Mühendisliği, Mimarlık, Çevre Mühendisliği, Geomatik Mühendisliği, Şehir ve Bölge Planlama ve İnsan ve Toplum Bilimleri Bölümleri ile Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü ve Afet Yönetimi Enstitüsü öğretim üye ve yardımcılarımıza çok teşekkür ederim. Bundan sonraki süreçte de, İTÜ olarak her türlü bilimsel ve teknik desteği vermeye devam edeceğiz.

Ayrıca, depremzede öğrencilerimiz, personelimiz ve vatandaşlarımız için yardım çalışmalarına devam edecek ve bağış faaliyetlerini de sürdüreceğiz.

Böylesi büyük felaketlerin bir daha yaşanmaması ümidiyle, depremde vefat edenlere Allah'tan rahmet, yaralı vatandaşlarımıza ise acil şifalar diliyorum.

**Prof. Dr. İsmail Koyuncu**
**Rektör**

# Yönetici Özeti

## 1. Depreme Dair Jeolojik, Jeofizik, Jeodezi ve Jeomorfolojik Ön Tespitler

### 1.1. Jeolojik Değerlendirme

Türkiye saati ile 04.17'de ve 13.24'te merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) olan iki deprem (Mw 7,8 ve Mw 7,7) meydana gelmiştir. Bu depremlerin sonucu çok geniş bir alanda uydu görüntülerinde yüzey kırığı haritalanmıştır. Arazide fayın belirli kesimlerde yüzey kırığı gözlenmektedir. Fayın sekmeli yapısı ve izi, arazide bilinen hatlara yakın olmakla birlikte, morfolojik olarak Çardak Fayı'nda sırtlar ve yamaçlardan ilerlediği görülmektedir. Bu depremin arazi izleri ve yüzey kırık haritası yepyeni bilgiler içermektedir. Birbiri ile ilişkili segmentlerin atım dağılımı, bölgede aynı anda Amanos Segmenti'nin 2, Çardak Fayı'nın 2, Pazarcık Segmenti'nin 1, Gölbaşı Segmenti'nin 1 bağımsız depremle aynı anda kırıldığını düşündürmektedir. Diğer dikkat çekici bir unsur Türkiye aktif fay haritası ile yüzey kırıkları birbirlerini üzerlememekte ve farklı alanlardan geçmektedir.

### 1.2. Jeofizik Değerlendirme

Uzak ve yakın alan sismolojik (BB ve SGM) ve jeodetik (GPS) veri ve gözlemlerin ortak ters çözümü ile 6 Şubat 2023 Nurdağı-Pazarcık ve Ekinözü depremlerine ait aletsel moment büyüklükleri (Mw) sırasıyla 7,8 ve 7,7 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan aletsel büyüklükler arasında uygulanan yönteme ve analiz edilen veri setine bağlı olarak çok küçük farkların bulunması beklenebilir. Çoklu veri setine bağlı olarak geliştirilen yırtılma-kayma modelleri, oluşan her iki deprem için birden fazla fay segmenti üzerinde yaklaşık 8-10 m arasında değişen ve arazi gözlemleri ile de uyumlu yer değiştirme değerleri vermektedir. Modelleme sonuçları Mw 7,8 Nurdağı-Pazarcık ve Mw 7,7 Ekinözü depremlerinin kırılma sürelerinin sırasıyla yaklaşık olarak 100 sn ve 60 sn olduğunu da açıkça ortaya koymaktadır.

### 1.3. Jeodezik Değerlendirme

Depremler sürecince GNSS verisi toplamaya devam edebilen ANTE (Gaziantep), EKZ1 (Ekinözü), MLY1 (Malatya) ve ONIY (Osmaniye) isimli 4 adet TUSAGA-Aktif Sabit GNSS istasyonlarına ait gözlem verileri, ilgili depremlerin ko-sismik etkilerinin jeodezik olarak belirlenmesi için kullanılmıştır. Bu istasyonların deprem gününe ait 1 saniye aralıklı uydu gözlem verileri GNSS Hassas Nokta Konumlama tekniği kullanılarak mutlak yöntemle statik ve kinematik olarak değerlendirilmiş ve istasyonlarda meydana gelen yatay yer değiştirmeler elde edilmiştir. Statik değerlendirmeye göre, her iki deprem sonrasında en büyük yatay yer değiştirme 4,7 m ile EKZ1 istasyonunda elde edilmiştir. MLY1, ANTE ve ONIY istasyonlarındaki yatay yer değiştirme değerleri ise sırasıyla 69,9 cm, 39,6 cm ve 29,2 cm olarak bulunmuştur. Kinematik değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar ise genel olarak statik değerlendirme sonuçlarını desteklemektedir.

## 2. Kuvvetli Yer Hareketlerinin Değerlendirilmesi

Deprem sırasında ivme ölçerlerin ve/veya yerleştirildiği binaların hasar görmesiyle bazı istasyonlardan sağlıklı veri alınamamıştır. https://tadas.afad.gov.tr/ sitesinden 9 Şubat 2023 tarihinde indirilen ivme kayıtları kullanılarak hesaplanan spektral ivme, hız ve yer değiştirme büyüklükleri sunulmuştur. Önümüzdeki günlerde ivme kayıtlarının ayrıntılı kontrolü yapıldıkça, bazı kayıtların revize edilmesi ve sonuçların güncellenmesi gerekebilir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 de "50 yılda aşılma olasılığı % 10 olan (dönüş aralığı 475 yıl) deprem" durumunda ZC, ZD ve ZE zemin sınıfları için tanımlanan tasarım elastik ivme spektrumları, deprem kayıtları için oluşturulan spektral ivme grafikleri ile karşılaştırılmıştır. 3129 No'lu Hatay İstasyonunda; % 5 sönüm oranı için oluşturulan elastik ivme spektrumunun, geniş periyot bandında DD2 depremi spektral eğrilerinin oldukça üzerinde kaldığı dikkat çekmektedir.

## 3. Yapısal Hasarların Değerlendirilmesi

Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde sırasıyla 7,8 ve 7,7 büyüklüğünde oluşan şiddetli depremlerde Doğu Anadolu Fay Hattı üzerindeki 10 ilde çok sayıda betonarme bina yıkılarak enkaz haline gelmiştir. Yıkılan binaların enkaz haline gelmesi hususunda birçok parametre etkin olmakla beraber binaların yaşı, temellerin oturduğu zeminlerin taşıma kapasitelerinin düşük olması, inşaatlarda kullanılan malzeme kalitesinin, kolonlar ve kirişlerin en kesit boyutlarının ve donatı miktarlarının yetersizliği, inşa edildiği yıllarda yürürlükte olan yönetmeliklere uygun olarak taşıyıcı sistem elemanlarının inşa edilmemiş olmaları, diğer yapım kusurları ile bitişik nizamda inşa edilen binaların kat seviyelerinin farklı olmaları gibi hususlar en belirgin yıkım nedenleri olarak görülmüştür. Kahramanmaraş ve Adıyaman ilinde enkaz halindeki binaların büyük çoğunluğunun ilk katlarının ya tamamen veya kısmen kat mekanizma durumuna gelerek tüm katların üst üste sandviç şeklinde ya da yan tarafa doğru toptan veya kısmen dönerek göçme durumlarının oluştuğu görülmüştür. Hatay-Antakya ve Adıyaman-Gölbaşı gibi bölgelerde zemin sıvılaşması etkisiyle binaların temel sistemi özelliklerine bağlı zemine batarak ya binanın tamamı yana yatarak ya da kısmen sıvılaşan zemine batarak eğik vaziyette göçtüğü de görülmüştür.

Bu depremler sonucunda, betonarme binalar gibi tüm yapıların yönetmeliklere uygun olarak zemin kapasiteleri yüksek olan bölgelerde projelerine azami ölçüde uygun olarak inşa edilen hastaneler ile bazı kamu binaları, böylesine şiddetli depremler sonucunda binalarda oluşabilecek yapısal hasarların çok sınırlı ölçülerde kalabileceğini bir defa daha göstermiştir.

İlgili hasarların önemli bir kısmının, taşıyıcı sistem elemanlarıyla dolgu duvar olarak kullanılan bims beton blok tuğlalar arasındaki bağlantının deprem sırasında deformasyona izin vermeyecek şekilde inşa edilmiş olması nedeniyle meydana geldiği kanaatine varılmıştır.

## 4. Geleceğe Dönük Çıkarımların Kent Planlama ve Hızlı Konut İhtiyacının Karşılanması İçin Kullanılabilecek İnşaat Tekniklerinin Değerlendirilmesi

Merkezi Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesi olan Güneydoğu Anadolu Fay Hattı'nın kırılmasıyla gerçekleşen 7,7 büyüklüğündeki Kahramanmaraş-Pazarcık depremi ve 7,6 büyüklüğündeki Kahramanmaraş-Elbistan depremi Türkiye'de yaşanan en büyük ikinci ve üçüncü depremler olarak kayıtlara geçmiştir. Depremlerden etkilenen ve 13,5 milyon kişinin yaşadığı 10 il için, AFAD tarafından 2019-2021 yılları arasında hazırlanan, İl Afet Risk Azaltma Planlarında yapılan tespitler ve öngörülerde, kentlerin büyük bir kısmının gelişmeye elverişli olmayan zeminlerde olduğu ve bu alanlardaki eski ve zayıf yapı stokunun yenilenmesi gerekliliğinin altı çizilmiştir. Mevcut yerleşim alanlarının yer seçimi kararları ve özellikle son 50-60 yıllık hızlı şehirleşme sürecinin beraberinde getirdiği imar ve yapı uygulamaları, imar planlarının hazırlanması ve onaylanması süreçlerindeki yetki ve sorumluluklar, imar aflarının ve beraberindeki yüksek riskli yapı stoku ve mevcut yapı denetim problemleri olarak sıralanmaktadır.

Bölgenin şehircilik ilkeleri ve dinamikleri bakımından deprem öncesi ve sonrası durumunu dikkate alarak, kamu politikaları, mekânsal planlama, yönetim ve toplumsal katılım üzerinden irdeleyen ve sürdürülebilir, güvenli, adil ve yaşanılabilir bir yeniden yapılanma sürecini yönlendiren değerlendirme ve öneriler aşağıda özetlenmektedir.

- Bilimsel temele dayanmayan imar affı, imar barışı gibi mühendislik hizmeti almamış, sağlıksız ve güvensiz yapı stokunu yasallaştıran düzenlemelere son verilmeli; doğal eşikler yeniden yapılanma sürecinde esas alınmalı, yeni planlama sürecinde kültür varlıkları hariç bu alanlarda yapılaşmalara izin verilmemelidir.

● 6 Şubat 2023 depremlerinde etkilenen bölgelerde kentin yeniden yapılanması sürecini de içerecek şekilde "afet sonrası iyileştirme ve kalkınma planı" hayata geçirilmeli, yeniden yapılanma süreci başlatılmalıdır. Tek tip yapılar yerine depremden zarar gören illerin sosyal ve kültürel yapısının yansıması olan geleneksel kent dokusunun değerlerini referans alan çağdaş mimari tasarımlar önerilmelidir. Yeterli açık alan ve sosyal altyapı alanına sahip, evrensel tasarım normlarında, kültür varlıklarının ve tarihi dokunun depreme karşı dirençliliğini artırmayı hedefleyen, doğaya ve insana saygılı yerleşmeler olarak planlanmalı ve tasarlanmalıdır.

● Kentsel dönüşüm/yenileme çalışmaları, mevzi, parçacıl ve mevcut kentsel dokudaki riskleri artıran "salt emsal artırımına dayalı kaynak yaratma" yaklaşımı terk edilmelidir. Kentsel dönüşüm projeleri, üst ölçekli planlar ile uyumlu olarak yürütülmeli ve alternatif finansman modelleri gözetilerek kurgulanmalıdır.

● Kültür, toplumun devamlılığı, kimliğin anlamı ve ekonomik kalkınmada değeri ile, afet sonrası "daha iyi" yeniden yapılandırma sürecinde temel bir güç kabul edilmeli ve tüm toplumu kapsayıcı bir kentsel dönüşüm ve topluluk yönetişim modeli geliştirilmelidir.

Yeniden inşa edilecek konutlarda, zemin koşulları vb. birçok farklı koşul dikkate alınarak tünel kalıp ile inşa edilen taşıyıcı sistemler, prefabrike betonarme konutlar ve modüler çelik sistemler birlikte değerlendirilmelidir.

Tünel kalıp sistemlerle çok katlı bloklardan oluşan toplu konut inşaatlarının hızla inşa edilebilmesi mümkündür. Ancak, öncellikle bloklar için belirli tip mimari projeler geliştirilmesi, temel ve bodrum katların konvansiyonel kalıplarla inşa edileceği ve bu sürecin de inşaat süresini uzatacağı, üst yapıların tünel kalıp sistemlerle hızla inşa edilebileceği de dikkate alındığı zaman temel derinliği ve bodrum kat sayısının sınırlandırılması veya hafriyat, bodrum kat çevre perde duvarlar vs. inşası belirli bir döngüyle üst kat inşaatlarını olumsuz etkilemeyecek şekilde iyi bir planlama ile yapılması önerilir. Zemin kat ve normal katların her birinin 2 gün/kat hızla inşa edilebileceği tahmin edilmektedir. Örneğin, zemin kat ve 6 normal kat olmak üzere zemin kat seviyesinin üstünde toplam 7 katlı bir bloğun temel ve bodrum kat inşaat süreleri hariç olmak üzere yaklaşık 15 gün içerisinde inşa edilebileceği tahmin edilmektedir.

Prefabrike betonarme, depremler sonrasında ortaya çıkan yoğun konut ihtiyacını karşılamak üzere dünyada yaygın olarak kullanılan bir yapım tekniğidir. Tüm üretim süreci endüstriyel bir disiplinle fabrikalarda gerçekleştiğinden, kalite kontrol bakımından idealdir. Çok katlı prefabrike sistemler, tekrarlı çoklu projelerde konvansiyonel çözümlere göre daha ekonomik olmaktadır. Prefabrike betonarme sistemler, ülkemizde yaşanan önceki depremlerde uygun yapısal performans göstermişlerdir.

Yeniden inşa edilecek yapıların bir bölümünde çelik malzemenin sağladığı üstünlükleri kullanmanın çok akılcı olacağı düşünülmektedir. Kısa vadede planlanan az katlı müstakil ya da apartman türündeki konutlar için çelik sistemlerden yararlanılabilir. 1 ila 2 kat arası binalarda soğukta şekil verilmiş hafif çelik elemanlı sistemler "aile evleri" olarak tasarlanabilir. Mimari bakımdan düzgün bir şekilde tasarlanmış modüler çelik sistemler deprem güvenliği ile birlikte işlevsellik ve estetik koşulları da sağlayacağından yeniden yapılaşmada (konutlar ve sosyal binalar) rahatlıkla tercih edilebilir. Modüler tasarım hızlı ve kaliteli üretimi de sağlayacaktır. Türkiye'de bulunan gerek hafif çelik gerekse yapısal çelik ürünlerinin üreticileri modüler yapım konusunda oldukça deneyimlidirler.

## 5. Çevresel Altyapı ve Deprem Atıkları Yönetimi Açısından Değerlendirme

Depremler, üstyapılara olduğu kadar altyapılara da zarar vermektedir. Özellikle şebeke ve kanalizasyon boru hatlarının hasarlanması ile su temini ve atıksuların uzaklaştırılmasında akut problemler yaşanabilmektedir. Dolayısıyla deprem sonrasında su yoluyla bulaşma potansiyeli yüksek olan enfeksiyon hastalıkları riski de artmaktadır. Bu nedenle, deprem sonrasında su kaynaklı salgınların önlenebilmesi için güvenli su teminiyle ilgili teknik önlemlerin hızlıca alınması hayati önem arz eder. Süzme, kaynatma, çamaşır suyu ile dezenfekte etme yöntemlerinin birinin veya birkaçının kullanılmasıyla çadır kentler gibi geçici konaklama bölgelerinde kısa vadede güvenli su temini sağlanmalıdır. Hastanelerde güvenli su temininde sıkıntı yaşanması durumunda ivedilikle mobil arıtma sistemlerinin temin edilmesi gerekir. Güvenli su temininin yanı sıra altyapı sorunlarının yeniden işler hale gelmesi için gerekli çözümler kısa, orta ve uzun vadede olacak şekilde sınıflandırılarak planlanmalı ve uygulanmalıdır. Kısa vadede, özellikle çevre illerdeki SUKİ teknik ekiplerinin iyileştirme çalışmalarına katılması ve mevcut şebeke ve kanalizasyon altyapılarındaki hasar tespit çalışmalarının tamamlanması gerekmektedir. Orta vadeli çözüm için çadır kentler gibi geçici konaklama alanlarında, atıksuların toplanması için foseptik alanlarının oluşturulması gerekmektedir. Uzun vadeli çözümlerde ise gelecekteki depremlerde en az hasar alacak dayanıklı altyapıların tasarlanıp inşa edilmesi gerekmektedir.

Deprem vb. afetlerde hasarın ve etkinin büyük olması durumunda ciddi miktarda ve hacimde afet atığı oluşmaktadır. Ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler sonrasında ÇŞİDB tarafından toplam 13 ilde yürütülen hasar tespit çalışmaları kapsamında 16 Şubat 2023 itibariyle 61.722 binada yer alan 263.800 bağımsız birimin acil yıkılması gereken, ağır hasarlı ve yıkık olduğu belirlenmiştir. Buna göre deprem atıkları miktarı ön hesaplamaları yapılarak il bazında oluşacak tahmini atık miktarı hesaplanmıştır. Toplam deprem atıkları miktarının ~50 milyon ton ile ~110 milyon ton aralığında olacağı öngörülmektedir. Deprem atığının en fazla oluşması beklenen iller depremden en çok etkilenen Hatay, Kahramanmaraş, Malatya, Gaziantep ve Adıyaman'dır. O nedenle bu illerde deprem atıkları için gerekli geçici ve nihai depolama alanı ihtiyacı en yüksek düzeydedir. Bu açıdan öncelikli olarak mevcut sahaların kalan kapasitesi belirlenmeli ve gerekmesi halinde yeni geçici ve nihai depolama alanları tespit edilmelidir. Oluşan atık miktarına göre bu illeri Osmaniye, Diyarbakır ve Elazığ takip etmektedir. Adana, Kayseri, Kilis, Niğde ve Şanlıurfa için, nispeten düşük deprem atığı miktarı nedeniyle, mevcut sahaların yeterli olabileceği düşünülmektedir. Ancak yine de mevcut saha kapasitelerinin kontrolü gerekmektedir. Binaların yıkımı, atıkların taşınması ve yönetimi sürecinde gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalıdır. Deprem atıklarının geçici depolama alanlarına taşınması, burada atıkların içerisindeki malzemelerin ayrılarak büyük oranda yeniden kullanım, geridönüşüm/gerikazanımının sağlanması, kalan atıkların ise tehlikelilik seviyesine göre ilgili yönetmeliklerde belirtilen hükümler çerçevesinde bertarafının yapılması gerekmektedir. Geçici ve nihai depolama alanları atık miktarını karşılayacak kapasitede olmalı, alanlara yetkisiz kişilerin girişi sınırlanmalıdır. Yangın riskinden dolayı özellikle geçici depolama alanlarında atıklar belli bir yüksekliğin üzerinde istiflenmemelidir. Yangın riski gibi durumlar için gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Bütün bu raporda ortaya konulan hususların yanı sıra depremlerin toplumlarda psikolojik ve sosyolojik anlamda büyük travmalara neden olduğu bilinmektedir. Teknik tespitlerin yanında bu mesele de son derece önemli ve hayatidir. Depremin toplumsal etkilerinin gözetilmesi ve onarılması için kısa ve orta vadede çalışmalar gerekmektedir. Kısa vadedeki çalışmalarda dünyada ve Türkiye'de yaşanan çeşitli afet sonrası yardım, iyileşme ve yeniden yapılanma deneyimlerini inceleyen çalışmalardan hareket edilerek Kahramanmaraş depremlerinin toplumsal etkilerinin onarılması hakkında öneriler yararlı olacaktır. Orta ve uzun vadedeki deprem sonrası uygulamalarda ise toplumsal değişimin gözetilmesi ve sosyo-ekolojik sorunları gidermek için hedefler koyulması ve bu doğrultuda kurumsal mekanizmaların oluşturulmasına yönelik katılımcı çalışmalar önem arz etmektedir.

# Executive Summary

## 1. Preliminary Geological, Geophysical, Geodetic and Geomorphological Findings Regarding the Earthquake

### 1.1. Geological Assessment

Two earthquakes (Mw 7.8 and Mw 7.7) occurred at 04.17 and 13.24 in Turkish time, with epicenters in Pazarcık (Kahramanmaraş) and Elbistan (Kahramanmaraş). Surface ruptures resulting from these earthquakes were mapped in satellite images over a wide area. Surface ruptures are observed in certain parts of the fault in the field. Although the segmented structure and trace of the fault are close to the known lines in the field, it can be seen that morphologically it progresses from the ridges and slopes of the Çardak Fault. The field traces and surface rupture map of this earthquake contain brand new information. The slip distribution of interrelated segments suggests that the Amanos Segment broke with 2, the Çardak Fault with 2, the Pazarcık Segment with 1, and the Gölbaşı Segment with 1 independent earthquakes in the region simultaneously. Another notable factor is that the active fault map of Türkiye and the surface ruptures do not overlap and pass through different areas.

### 1.2. Geophysical Assessment

With joint inverse solution of far and near field seismologic (BB and SGM) and geodetic (GPS) data and observations, instrumental moment magnitudes (Mw) of the 6 February 2023 Nurdağı-Pazarcık and Ekinözü earthquakes were calculated as 7.8 and 7.7, respectively. Small differences can be expected between the calculated instrumental magnitudes depending on the method applied and the dataset analyzed. The strike-slip models developed based on multiple datasets give displacement values varying approximately in the range 8-10 m and consistent with field observations on more than one fault segments for both earthquakes. The modeling results also clearly reveal that the rupture times of the Mw 7.8 Nurdağı-Pazarcık and Mw 7.7 Ekinözü earthquakes are approximately 100 s and 60 s, respectively.

### 1.3. Geodetic Assessment

The observation data of 4 TUSAGA-Active Fixed GNSS stations named ANTE (Gaziantep), EKZ1 (Ekinözü), MLY1 (Malatya) and ONIY (Osmaniye), which were able to continue collecting GNSS data during the earthquakes, were used for geodetic identification of the co-seismic effects of the relevant earthquakes. Satellite observation data of these stations with 1 second intervals on the day of the earthquake were evaluated statically and kinematically with the absolute method using the GNSS Precise Point Positioning technique, and the horizontal displacements occurring at the stations were obtained. According to the static evaluation, the largest horizontal displacement after both earthquakes was obtained at EKZ1 station as 4.7 m. The horizontal displacement values at MLY1, ANTE and ONIY stations were found to be 69.9 cm, 39.6 cm and 29.2 cm, respectively. The results obtained from the kinematic evaluations generally support the static evaluation results.

## 2. Evaluation of Strong Ground Motions

As the acceleration recorders and/or the buildings in which they were placed were damaged during the earthquake, reliable data could not be obtained from some stations. Spectral acceleration, velocity and displacement quantities calculated using the acceleration records downloaded from https://tadas.afad.gov.tr/ on 9 February 2023 are presented. As the acceleration records get inspected in detail in the coming days, it may be necessary to revise some records and update the results. The elastic design acceleration spectra defined for ZC, ZD and ZE ground classes in case of “earthquake with 10% probability of exceeding in 50 years (return period of 475 years)” in Türkiye Building Earthquake Regulation 2018 were compared with the spectral acceleration graphs generated from the earthquake records. It is noteworthy that the

elastic acceleration spectrum generated for 5% damping ratio is well above the DD2 earthquake spectral curves in the wide period band at Hatay Station No. 3129.

**3. Evaluation of Structural Damages**

In the massive earthquakes of magnitude 7.8 and 7.7 that occurred in the Pazarcık and Elbistan districts of Kahramanmaraş, respectively, a large number of reinforced concrete buildings in 10 provinces on the East Anatolian Fault Line were destroyed and turned into rubble. Although many parameters are effective in the destruction of the collapsed buildings, the age of the buildings, the low bearing capacity of the soils on which the foundations sit, low quality of the materials used in the construction, the inadequacy of the cross-sectional dimensions and reinforcement amounts of the columns and beams, the fact that the load bearing system elements were not constructed in accordance with the regulations in force at the time of construction, other construction defects and the different floor levels of the buildings built in contiguous order were seen as the most prominent causes of collapse. In Kahramanmaraş and Adıyaman provinces, it was observed that the majority of the wrecked buildings were pancaked on top of one another with their first floors being crushed either completely or partially, or they collapsed by twisting to the side completely or partially. In regions such as Hatay-Antakya and Adıyaman-Gölbaşı, it was also observed that buildings collapsed due to soil liquefaction, either by sinking into the ground or tilting to the side entirely or partially sinking into the liquefied ground obliquely depending on the characteristics of their foundation system.

As a result of these earthquakes, hospitals and some public buildings, which were built in accordance with their projects to the maximum extent in areas with high ground capacity in accordance with the regulations of all structures, such as reinforced concrete buildings, have shown once again that structural damages that may occur in buildings as a result of such severe earthquakes can remain very limited.

It was concluded that a significant part of the relevant damages occurred due to the fact that the connection between the load-bearing system elements and the pumice concrete block bricks used as infill walls was built in a way that did not allow deformation during the earthquake.

**4. Evaluation of Future Implications for Urban Planning and Construction Techniques That Can Be Used to Meet the Need for Rapid Housing**

The Kahramanmaraş-Pazarcık earthquake with a magnitude of 7.7 and the Kahramanmaraş-Elbistan earthquake with a magnitude of 7.6, which occurred with the break of the Southeastern Anatolian Fault Line, the center of which is the Pazarcık district of Kahramanmaraş province, were recorded as the second and third largest earthquakes experienced in Türkiye. For 10 provinces affected by the earthquakes, where 13.5 million people live, the findings and projections made in the Provincial Disaster Risk Reduction Plans prepared by AFAD for 2019-2021 underline that most of the cities are located on soils that are not suitable for development and that the old and weak building stock in these areas needs to be renewed. Decisions on the location of existing settlement areas and especially the zoning and building practices brought about by the rapid urbanization process of the last 50-60 years, authorities and responsibilities in the preparation and approval processes of zoning plans, zoning amnesties and the accompanying high-risk building stock can be listed as existing building inspection problems.

Taking into account the situation before and after the earthquake in terms of urban planning principles and dynamics, evaluations and recommendations that examine the region through public policies, spatial planning, governance and social participation, and guide a sustainable, safe, fair and livable reconstruction process are summarized below.

- Regulations such as zoning amnesty and zoning peace, which are not based on scientific grounds and legalize the unhealthy and unsafe building stock that has not received engineering services, should be

terminated; natural thresholds should be taken as basis in the reconstruction process, and in the new planning process, constructions should not be allowed in these areas, except for cultural assets.

● In the regions affected by the 6 February 2023 earthquakes, a “post-disaster recovery and development plan” should be implemented, including the city’s reconstruction process, and the reconstruction process should be initiated. Instead of uniform buildings, contemporary architectural designs that take as reference the values of the traditional urban fabric, which is a reflection of the social and cultural structure of the provinces damaged by the earthquake, should be proposed. They should be planned and designed as settlements with sufficient open space and social infrastructure, in line with universal design norms, aiming to increase the resistance of cultural assets and historical fabric against earthquakes, and respectful to nature and people.

● In urban transformation/renewal works, “resource creation based solely on increasing imputed value” approach, which is localized, fragmented and increases the risks in the existing urban fabric, should be abandoned. Urban transformation projects should be carried out in accordance with upper-scale plans and should be designed by considering alternative financing models.

● Culture, with its value in the continuity of society, the meaning of identity and economic development, should be recognized as a fundamental force in the process of “better” post-disaster reconstruction, and a model of urban transformation and community governance that is inclusive of the whole society should be developed.

In the houses to be reconstructed, bearing systems built with tunnel formwork, prefabricated reinforced concrete houses and modular steel systems should be considered together, taking into account many different conditions such as ground conditions, etc.

With tunnel formwork systems, it is possible to rapidly construct mass housing consisting of multi-storey blocks. However, it is recommended to develop specific type of architectural projects for the blocks, to limit the depth of the foundation and the number of basement floors, or to limit the excavation, construction of basement floor perimeter curtain walls, etc. with a certain cycle in a way that does not adversely affect the construction of the upper floors with good planning, considering that the foundation and basement floors will be constructed with conventional formwork and this process will extend the construction period, and the superstructures can be constructed quickly with tunnel formwork systems. It is estimated that the ground floor and normal floors can each be built with a speed of 2 days/floor. For example, it is estimated that a 7-storey block above the ground level, with ground floor and 6 normal floors, can be built in approximately 15 days, excluding foundation and basement construction periods.

Prefabricated reinforced concrete is a construction technique that is widely used in the world to meet the intense need for housing after earthquakes. Since the entire production process takes place in factories with an industrial discipline, it is ideal in terms of quality control. Multi-storey prefabricated systems are more economical than conventional solutions in repetitive multiple projects. Prefabricated reinforced concrete systems have shown appropriate structural performance in previous earthquakes experienced in our country.

It is thought that it would be very rational to use the advantages of steel material in some of the buildings to be reconstructed. Steel systems can be used for low-rise detached or apartment type houses planned in the short term. Buildings between 1 and 2 floors can be designed as “family houses” using systems with cold-formed light steel elements. Modular steel systems, which are properly designed in terms of architecture, can be easily preferred in reconstruction (residences and social buildings) as they will provide functionality and aesthetic requirements as well as earthquake safety. Modular design will also ensure fast and high quality production. Manufacturers of both light steel and structural steel products in Türkiye are highly experienced in modular construction.

## 5. Evaluation in terms of Environmental Infrastructure and Earthquake Waste Management

Earthquakes damage infrastructures as well as superstructures. In particular, acute problems may be experienced in water supply and wastewater disposal due to damage to water mains and sewerage pipelines. Therefore, the risk of infectious diseases, which have a high potential for transmission through water, increases after an earthquake. For this reason, it is vital to take technical measures for safe water supply quickly in order to prevent waterborne epidemics after an earthquake. Safe water supply should be ensured in the short term in temporary accommodation areas such as tent cities by using one or more of the methods of filtering, boiling, disinfecting with bleach. In case of problems with the supply of safe water in hospitals, mobile treatment systems should be provided immediately. In addition to safe water supply, the necessary solutions to make the infrastructure functional again should be planned and implemented by classifying them as short, medium and long term. In the short term, damage assessment studies on the existing network and sewerage infrastructures should be completed, especially with the participation of SUKİ (water and sewerage administration) technical teams from the neighboring provinces in the improvement works. For a medium-term solution, septic tank areas should be created for the collection of wastewater in temporary accommodation areas such as tent cities. As for long-term solution, it is necessary to design and build durable infrastructures that will receive the least damage in future earthquakes.

In case of great damage and impact in disasters such as earthquakes, a significant amount and volume of disaster waste is generated. Within the scope of damage assessment studies carried out by the MoEUCC (Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change) in 13 provinces after the earthquakes that occurred in our country on 6 February 2023, 263,800 independent units in 61,722 buildings were determined to be in need of urgent demolition, heavily damaged and collapsed as of 16 February 2023. Accordingly, the estimated amount of waste to be generated on a provincial basis was calculated based on the preliminary calculations of the amount of earthquake waste. The total amount of earthquake waste is estimated to be between ~50 million tons and ~110 million tons. The provinces expected to generate the highest amount of earthquake waste are Hatay, Kahramanmaraş, Malatya, Gaziantep and Adıyaman, which were the most affected by the earthquake. Therefore, the need for temporary and final storage areas for earthquake waste is highest in these provinces. In this respect, first of all, the remaining capacity of existing sites should be determined and new temporary and final storage areas should be identified if necessary. These provinces are followed by Osmaniye, Diyarbakır and Elazığ according to the amount of waste generated. For Adana, Kayseri, Kilis, Niğde and Şanlıurfa, it is thought that the existing sites may be sufficient due to the relatively low amount of earthquake waste. However, capacities of the existing sites still need to be checked. Necessary occupational health and safety measures should be taken during the process of demolition of buildings, and transportation and management of wastes. Earthquake wastes should be transported to temporary storage areas, where the materials in the wastes should be separated and re-use, recycling/recovery should be ensured to a large extent, and the remaining wastes should be disposed of according to their level of hazardousness within the framework of the provisions specified in the relevant regulations. Temporary and final storage areas should have the capacity to accommodate the amount of waste and unauthorized access to these areas should be restricted. Due to the risk of fire, wastes should not be stacked above a certain height, especially in temporary storage areas. Necessary safety measures should be taken for situations such as fire risk.

In addition to the issues raised in this report, it is known that earthquakes cause great psychological and sociological trauma in societies. In addition to technical considerations, this issue is also extremely important and vital. Short and medium term studies are required to observe and remedy the social effects of the earthquake. In short-term studies, recommendations about remedying the social effects of the Kahramanmaraş earthquakes will be useful, based on studies examining various post-disaster relief, recovery and reconstruction experiences in the world and in Türkiye. In the medium and long-term post-earthquake practices, participatory studies aiming at observing social change and setting goals for eliminating socio-ecological problems and establishing institutional mechanisms in this direction are important.

# 1. Depreme Dair Jeolojik, Jeofizik, Jeodezik ve Jeomorfolojik Tespitler

İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Aktif Tektonik Araştırma Grubu

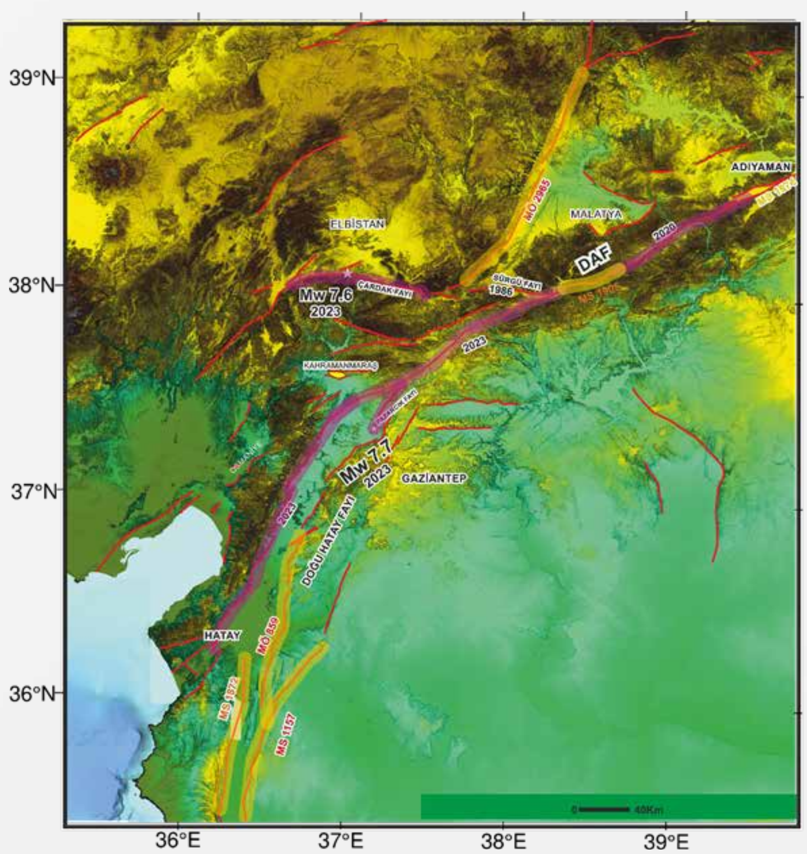
Cenk Yaltırak, Ufuk Tarı, Murat Şahin, Mustafa Geyik, Doç.Dr. Ömer Ündül

## Jeolojik Değerlendirme

### 1.1. Uzaktan Algılama ile Yüzey Kırıklarının Dağılımı

**1.1.1. Giriş:** Türkiye saati ile 04:17'de ve 13:24'de merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) olan iki deprem (Mw 7,8 ve Mw 7,7) meydana gelmiştir. Geniş alanda hasar veren bu depremler esnasında Karasu Grabeni içinde 16-09.02.2023 saat: 24.00'a kadar geçen zamanda 3000'e yakın artçı deprem oluşmuştur.

İlk deprem Pazarcık Segmenti ve Amanos Segmenti üzerinde gerçekleşmiş, ikinci deprem ise Doğu Anadolu Fay zonu dışında Elbistan'ın Güneyinde Nurhak-Çardak arasındaki Çardak Fayı üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil-1.1). Ayrıca Adıyaman, Gölbaşı güneyinde KD-GB doğrultusunda Gölbaşı segmentinin de kırıldığı anlaşılmaktadır.




*Şekil 1.1. Bölgenin aktif fayları ve sayısal yükseklik modeli ana şokların konumu.*

### 1.1.2. Yöntem ve veri

Çalışma yöntemi, büyük ve küçük ölçekli yüzey kırığı sonucu oluşan fay segmentlerinin ve morfolojik yapıların uzaktan algılama verileri ile haritalanması ve yerdeğiştirme miktarlarının belirlenmesi üzerine kuruludur.

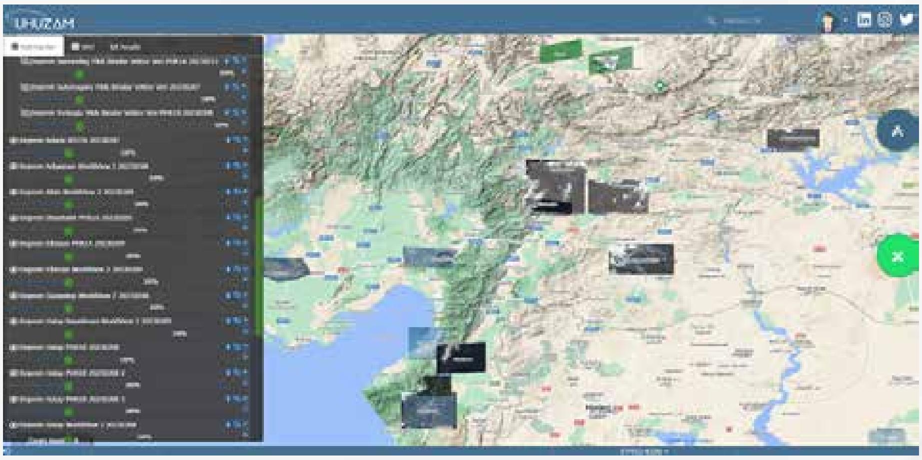
Bu kapsamda 6.2.2023 tarihinde yaşanan depremler sonrasında bölgeden İTÜ UHUZAM UYG-AR Merkezi tarafından sağlanan, UHUZAM uydu arşivine entegre edilerek, farklı mekansal çözünürlüklü SPOT6/7 (PAN1,5 m, MS 6 m), Pleiades (PAN-50 cm, MS 2m), Pleiadas Neo (PAN 30 cm, MS 1.2 m), Worldview 2-3, GeoEye-1 (PAN41 cm, MS 1,64 m) uydu görüntülerinin araştırmacılarla paylaşılması amacıyla bir veri seti hazırlanmıştır. Veri setinden yararlanmak isteyen araştırmacılar başvuru yaparak ilgili veriler ücretsiz şekilde merkezin "UHUZAM Web Harita Servisi"nde paylaşılmıştır (Şekil 6). Ayrıca, depremi takiben HGM'de "Deprem Uydu" verilerini (25 cm'ye varan çözünürlükte) "HGM Küre Sistemi" üzerinden temel görüntü altlığı olarak yayınlamıştır (Şekil 7). Yukarıda bahsedilen platformlarda yeni veri setleri paylaşılmaya devam etmektedir. Burada kullanılan veriler, sadece 6-28 Şubat 2023 arası  durumu yansıtır.

#### 1.1.2.1. Uzaktan algılama çalışmaları ile depremde oluşan yüzey kırığının haritalanması

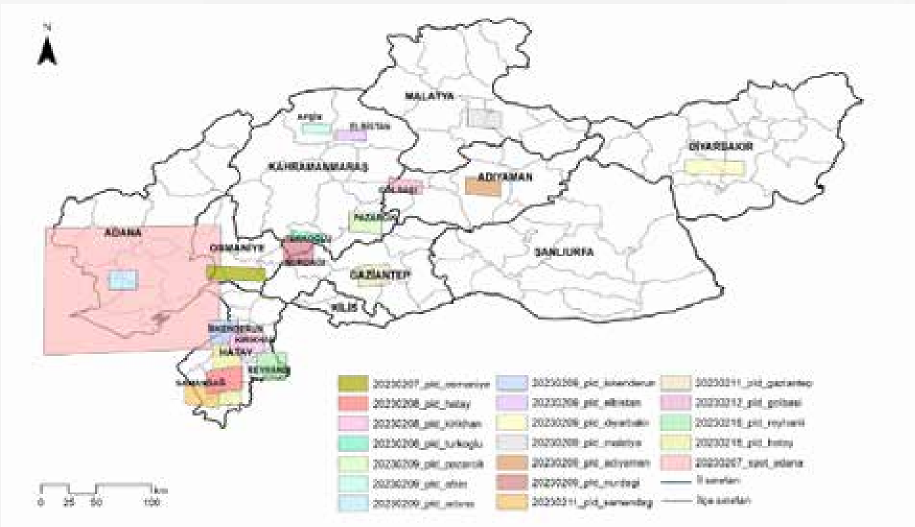
Farklı özelliklerde sunulan uzaktan algılama verileri, depremi öncesi, sırası ve sonrasında aktif fay araştırmalarında sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Bu bağlamda yapılacak çalışmalarda kısa sürede doğru ve güncel bilgiye ulaşmak büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, uzaktan algılama verileri kullanılarak yüzey kırığı haritalamak ve kırığın meydana getirdiği yerdeğiştirme miktarlarını belirlemek te mümkün olmaktadır. Günümüzde uydu görüntülerinin zamansal, mekansal ve spektral çözünürlük özelliklerindeki artış farklı ölçeklerde detaylı bilgi çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu raporda öncelikle Üniversitemizde yer alan İTÜ UHUZAM Uyg-AR Merkezi'nde depremi takiben veri seti sağlanabilen optik uydu görüntüleri, 7.2.2023 tarihinde ve devam eden günlerde temin edilerek, kullanıcılara sunulmuştur (Şekil 1.2.). Özellikle şehir merkezi ve civarında yoğunlaşan bu görüntülerde arazide yüzey kırığı takip edilen bölgeler belirlenerek haritalanmaya başlanmıştır. Daha sonra yukarıda da belirtiği üzere, HGM "Deprem Uydu" verilerini yayınlamasıyla her iki depremin oluştuğu geniş bir alanda haritalama çalışmalarına devam edilmiştir(Şekil 1.3). Özellikle ikinci depremin meydana geldiği Çardak Fayı üzerinde ise bölge karla örtülü olmasına rağmen uydu görüntüleri ile yüzey kırığı arazide haritalanabilmiştir. Yüzey kırığı haritalama çalışmaları yeni veri setleri üzerinden detaylı yenilenerek haritalanacaktır.

Yukarıda bahsedilği üzere, deprem sonucu oluşan yüzey kırığı haritalamasını takiben farklı segmentlerde oluşan yerdeğiştirme miktarları belirlenerek, bunlara yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Bu ötelenmeler deformasyon zonunu oluşturan fay segmentlerinde oluşan yerdeğiştirme miktarları ile ötelenmiş morfolojik unsurlar belirlenerek, atım değerleri daha kapsamlı bir yayında kantitatif olarak sunulacaktır.




**Şekil 1.2.** *4 Şubat 2023 Depremleri sonrasında İTÜ- UHUZAM UYG-AR Merkezi tarafından kullanıma açılan farklı çözünürlüklü uydu görüntülerinin kapsama alanları görülmektedir (Kaynak: https://maps.cscrs.itu.edu.tr/WebGIS-V3/index.xhtml intermet sitesi)*



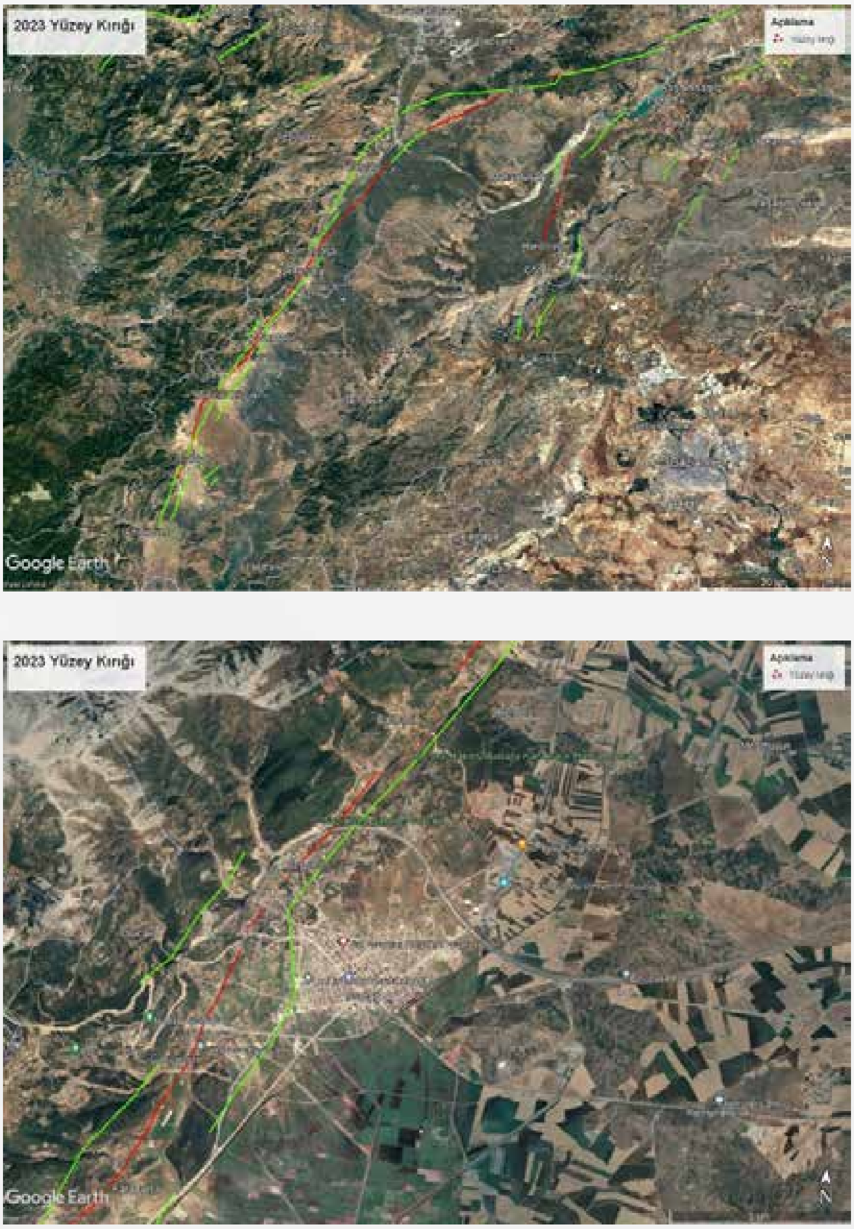




**Şekil 1.3.** *6 Şubat 2023 Depremleri sonrasında Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından kullanıma açılan Uydu (Deprem) görüntülerinin kapsama alanları görülmektedir (Kaynak: atlas.harita.gov.tr intermet sitesi)*

### 1.2.1. Uydu Görüntüleri Analizi:

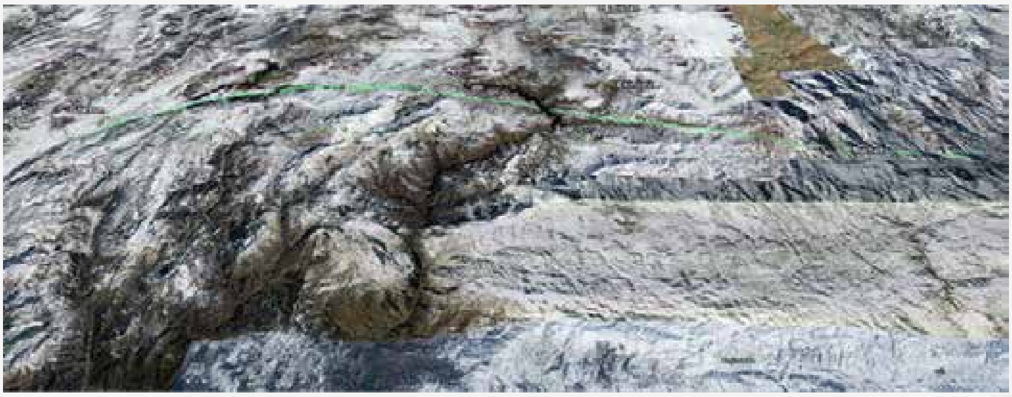
Yüksek çözünürlüklü uydu verisi üzerinden takip edilen yüzey kırığı tek bir çizgi halinde bir fayı göstermemektedir **(Şekil 1.4a)**. Bu haritalama esnasında Amanos Segmentinin sekmeli bir yapısı olduğu ve alüvyon ana kaya sınırını da izlemediği yer yer ana kaya üzerinde veya tamamen graben dolgusu üzerinde görülmektedir. Pazarcık Fayı yüzey kırığı 16 km'dir. Amanos segmenti yüzey kırığı eşelon ve parçalı olup kuzey parçası 103 km, güney parçası ise 138 km kadardır. Hassa ve Islahiye arasında atım sekmekte ve Türkoğlu dönüşü ile en az üç farklı segment olduğu görülmektedir.



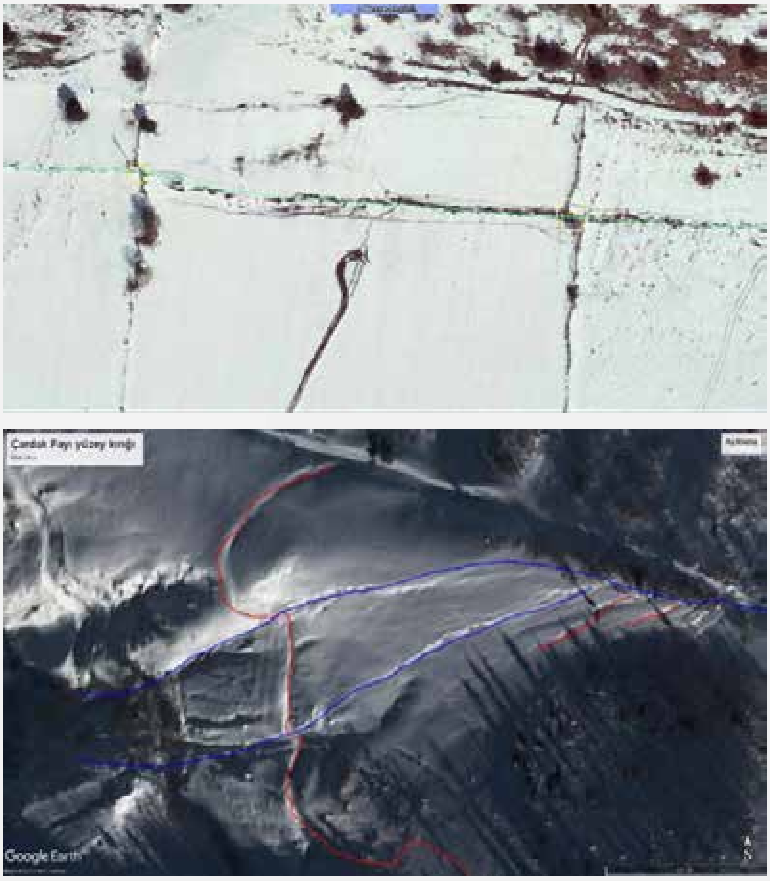

***Şekil 1.4**. **a)** Uydu görüntüsünden yapılan aktif fay izi ve yüzey kırıkları dağılımı (üstteki) (Tarı-Yaltırak) b) MTA aktif fay haritası (yeşil) ile yüzey kırığının farklılığı (alttaki) (kırmızı çizgiler).*

Bu depremin önemli bir verisi de daha önce üretilen aktif fay haritaları yüzeyde oluşan kırığa paralel olmasına rağmen kent yerleşimlerinde önemli farklılıklar göstermesidir (Şekil 1.4b).

Çardak Fayı üzerinde ise bölge karla örtülü olmasına rağmen uydu görüntüleri ile 98 km uzunluğunda yüzey kırığı arazide haritalanabilmiştir (Şekil 1.5). Fay iki ayrı segment olarak haritalanmıştır. Yüzey kırığı üzerinde doğuda Nurhak batısında büyük atım 5,6 m olarak saptanmıştır (Şekil 1.6). Doğuda kırık Malatya Bıçakçı mevkisine kadar uzanmakta doğuya doğru karlar altında görünmez hale gelmektedir ve atımı azalmaktadır **(Şekil 1.5.)**



***Şekil 1.5.*** *Çardak fayı (Göksun-Nurhak)uydu görüntüsünden haritalanan kırık uzanımı.*



***Şekil 1.6.*** *Çardak yüzey kırığı Doğuda Nurhak batısında çitlerde görülen atım (5.8 m)(Üstte) batıda Dağuşağı mezrasında ikiye ayrılan kırık(Altta), atım 3,6m ve 4,8m.*

Çardak fayı orta batısında Dağuşağı güneyinde bir sırtın 8.4 metre toplam atımı olduğu ölçülmüştür (Şekil-1.6). Ericek güneyinde Çardak fayı, ve ilk depremde kırılan Doğu Anadolu Fayı Adıyaman, Gölbaşı güneyinde Balkar ile Söğütlü arasında 16 km izlenebilen sol yanal bileşenli zaman zaman sıçramalı kırıklara sahiptir. Bu kesimde en büyük atım bu kesimde 3.2 metre kadardır. Pazarcık segmentinin arada yüzeyde iyi izlenmemesine rağmen arada parçalar halinde atım olan kesimleri vardır. Bu durumda Harmanlı kuzeyine kadar tamamı kırılmış varsayılabillir.



***Şekil 1.7.*** *Çardak fayı üzerinde Mw 7:6 büyüklüğündeki depremin yüzey kırığının yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü ile yapılmış haritası (hassasiyet 30 cm)*



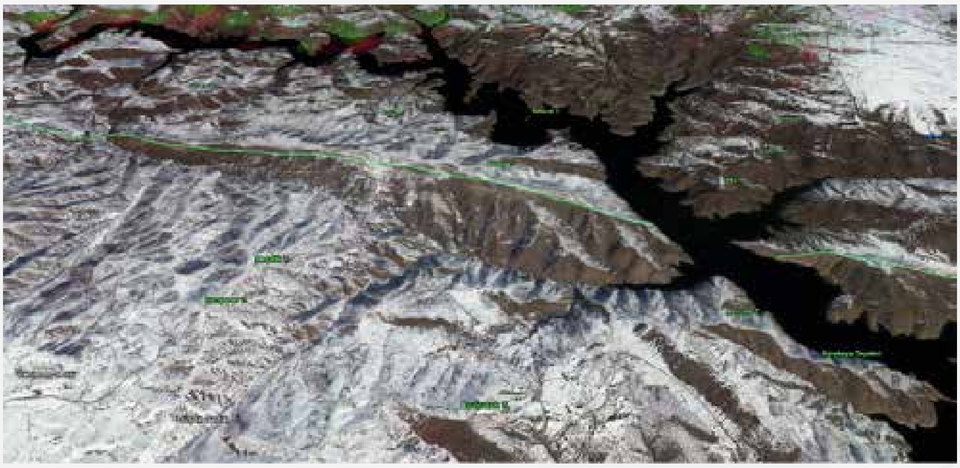
***Şekil 1.8.*** *Gölbaşı- Türkoğlu arası üzerinde Mw 7.8 büyüklüğündeki depremin yüzey kırığının yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü ile yapılmış haritası (hassasiyet 30 cm)*



***Şekil 1.9.*** *Türkoğlu-Hatay arası ve Pazarcık segmentinin yüzey kırığının yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü ile yapılmış haritası (hassasiyet 30 cm)*



**Şekil 1.10.** *Hatay Havaalanı çevresinde oluşan yüzey kırığının dağılımı*



**Şekil 1.11.** *Çardak fayı Uzun Sırt zirvesinden geçen yüzey kırığının konumu*



**Şekil 1.12.** *Ekinözü doğusundan Nurhak'a doğru doğuya Çardak fayı sekmesi ve yüzey kırığının izi.*

H. Serdar Akyüz[1], Cengiz Zabcı[1], Gürsel Sunal[1], Taylan Sançar[2], Erdem Kırkan[1], Havva N. Kıray[1], Gülsen Uçarkuş[1], M. Ersen Aksoy[3], Sinan Akçiz[4], Mehmet Köküm[5], Nurettin Yakupoğlu[1], Asen Sabuncu[1], Mustafa Kumral[1]

**1** İTÜ, Jeoloji Müh. Bölümü, **2** Munzur Ün., **3** Muğla Sıtkı Koçman Ün. Jeoloji Müh. Bölümü, **4** California State University Fullerton, **5** Fırat Ün. Jeoloji Müh. Bölümü

*Arazi çalışmaları İTÜ Rektörlüğü ve TÜBİTAK 1002-C programı tarafından desteklenmektedir.*

## 1.2. Arazi Gözlemleri: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Mw=7.7) ve Elbistan (Mw=7.6) depremleri yüzey kırığı haritalamaları

### 1.2.1. Giriş

6 Şubat tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş (Mw=7.7; AFAD) ve Elbistan (Mw=7.6; AFAD) depremleri yaklaşık olarak 400 km uzunluğunda yüzey kırıkları oluşmasına neden olmuştur. Aynı gün deprem bölgesine hareket eden İTÜ-Jeoloji ekibi İHA tabanlı 3 ila 7 cm arasında değişen yer piksel çözünürlüklü görüntüler ve saha gözlemleri ile yüzey kırığı haritalamalarına başlamıştır. Saha gözlemleri ve haritalama çalışmaları halen devam etmektedir. Bu raporda arazide şimdiye kadar elde edilen gözlemler özetlenmiştir.

### 1.2.2. Kırıkhan-Türkoğlu arası

Güneyde Kırıkhan (Hatay), kuzeyde Türkoğlu (Kahramanmaraş) arasında K10°-20°D doğrultusuna sahip kırık hattının uzunluğu yaklaşık olarak 110 km'dir. Fayın güney ucu saçılmalarla ve sola sıçramalarla Amik ovası içinde sonlanır. Maksimum sol-yanal yer değiştirme Islahiye-Hassa arasında 480±20 cm olarak ölçülmüştür. Ortalama atım ise 3 metre civarındadır.



***Şekil 1.13.*** *Şekeroba doğusunda tren raylarında meydana gelen sol yanal ötelenme (Enlem: 37° 16' 13,62" N; Boylam: 36° 47' 0,678" E; Yükseklik: 540 m)*



***Şekil 1.14.*** *Şekeroba güneybatısı, Yeşilyurt mahallesi civarında birbirine paralel iki yüzey kırığının İHA görüntüsü.*

### 1.2.3. Türkoğlu-Gölbaşı arası

Türkoğlu (Kahramanmaraş)-Gölbaşı (Adıyaman) arasında K30°-60°D doğrultusunda giden kırık hattının uzunluğu yaklaşık olarak 90 km'dir. Kahramanmaraş il merkezinin 10 km GD'sundan geçen kırık hattı, 100-300 m arasında sola sıçrayan fay parçaları halindedir. Özellikle Kartal Köyü civarında kırık, sıçramalar yaparak karmaşık bir geometri sunarken, Narlı Fayı ile birleştiği Şahin Tepesi/Büyüknacar mevkiinde farklı yönlerde ve sol yanal makaslamaya uygun çok sayıda kolla karakterize olur. Bu fayın KD kesimi Gölbaşı havzasını güneydoğusundan sınırlar. Fayın Büyüknacar kesiminde maksimum 6 metre civarında sol-yanal yer değiştirmeler ölçülmüştür. Ortalama atım ise 3,5 metre civarındadır. Çağlayancerit'de fay, yolu 550±30 cm yanal olarak ötelemiştir. Gölbaşı havzasının güney kısmında yüzey kırığı Küçükören-Balkar arasında daha dar bir fay zonu içinde izlenebilirken, Balkar-Gölbaşı arasında ise yüzey kırığının havzanın açılmalı rejimin altında oluşumuna uygun olarak hem yanal hem düşey atımlı yüzey kırıkları olarak tespit edilmiştir. Balkar civarında 325±15 cm yanal atım ve 70 cm düşey ve 150 cm maksimum düşey atım, Karaburun civarında 400±30 cm yanal ötelenme ölçülmüştür.



**Şekil 1.15.** *Türkoğlu doğusunda asfalt yolda ve su kanalında 330±10 cm sol yanal ötelenme (Enlem: 37° 22' 14,148" N; Boylam: 36° 52' 10,458" E; Yükseklik: 512 m)*



**Şekil 1.16.** *Aynı bölgenin güneyinde izlenen köstebek izi (moletrack) yapısı*



**Şekil 1.17.** *Tevekkelli köyü güneyinde kapan sırtı (shutter ridge) oluşumu başlangıcı (Enlem: 37° 27' 7,884" N; Boylam: 36° 59' 0,462" E; Yükseklik: 596 m.)*



**Şekil 1.18.** *Kapıçam doğusunda 460±20 cm yol ötelenmesi (Enlem: 37° 27' 57,066" N Boylam: 37° 0' 55,36" E; Yükseklik: 595 m.)*



**Şekil 1.19.** *Büyüknacar güneyinde ötelenmiş tarla sınırları (Enlem: 37° 35' 9,318" N; Boylam: 37° 19' 15,168" E; Yükseklik: 998 m.)*



**Şekil 1.20.** *Küçükören batısında ~5 m yol ötelenmesi (Enlem: 37° 38' 22,938" N; Boylam: 37° 25' 45,936" E; Yükseklik: 898 m.)*



**Şekil 1.21.** *Büyüknacar civarında kırık hattının İHA görüntüsü*



***Şekil 1.22.*** *Balkar'da yüzey kırığı boyunca bir tarlada 325±15 cm yanal ve 70 cm düşey atım gözlenmiştir.*



***Şekil 1. 23.*** *Balkar batısında ölçülen 150 cm'lik düşey atım*

### 1.2.4. Narlı Fayı

Pazarcık'a bağlı Narlı beldesinin 5 km güneyinden başlayan bu kırık K20°-40°D konumlu bir yay çizerek Tetirlik köyünün 6 km kuzeyinde sağa sıçramalarla devam eder ve DAF ile birleşir. Narlı Fayı üzerinde maksimum 240±20 cm yer değiştirme ölçülmüştür.



***Şekil 1.24.*** *Narlı kuzeyinde 70 m.lik bir zon içinde 5 kırık halinde görülen deformasyon. Toplam yer değiştirme 240±20 cm olarak ölçülmüştür*





***Şekil 1.25.*** *Narlı beldesi kuzeyinde 95±10 cm ötelenmiş bir çit (solda) (Enlem: 37° 25' 22,44" N; Boylam: 37° 9' 52,57" E; Yükseklik: 630 m) ve aynı bölgenin güneyinde izlenen köstebek izi (moletrack) yapısı (sağda)*



**Şekil 1.26.** *Tetirlik köyünde ağaç gövdesinde sol yanal ötelenme (Enlem: 37° 32'12,45"N; Boylam: 37° 16' 24,402" E; Yükseklik: 925 m.)*



**Şekil 1.27.** *Şahin tepesi civarında farklı doğrultulara sahip kırık hattının İHA görüntüsü*

### Gölbaşı-Çelikhan arası

Gölbaşı ile Çelikhan (Adıyaman) arasında K60°D konumlu 60 km.lik bir yüzey kırığı oluşmuştur. Gölbaşı ilçesinin kuzeydoğusunda iki kol halinde izlenen fayın güney kolu D-B istikametinde uzanarak Yaylacık civarında sonlanır. Kuzey kol ise Harmanlı kuzeyinden KD'ya devam eder. Harmanlı-Çelikhan arasında henüz gözlemler yapılmamış olsa da Çelikhan güneyinde 70 cm.ye varan kırıklar olduğu bildirilmiştir (Prof. Dr. E. Altunel ile sözlü görüşme). Gölbaşı-Çelikhan arasında arazi çalışmalarımız devam etmektedir.



**Şekil 1.28.** *Ozan köyünün doğusunda yüzey kırığının İHA görüntüsü*



**Şekil 1.29.** *Ozan köyünde 270±15 cm tarla ötelenmesi (Enlem: 37°49'44.82"N; Boylam: 37°42'6.92"E; Yükseklik: 991 m.)*

### 1.2.5. Çardak Fayı

Göksun güneyinden başlayarak Nurhak kuzeyinden geçerek Bıçakçı köyü doğusuna kadar devam eden 100 km uzunluğunda bir kesim 6 Şubat 2023 tarihinde saat 13.24'te meydana gelen Mw=7.6 (AFAD) büyüklüğündeki depremle kırılmıştır. Fayın genel konumu D-B'dır ve yayvan bir dalgalanma gösterir. Yüzey kırığının batı ucu Göksun ilçesinin güneyinde ötelenme değerleri azalarak sönümlenir. Kırığın doğu devamı ise Bıçakçı doğusuna kadar devam eder. Çardak Fayı üzerinde maksimum ötelenmelerin Barış beldesi doğusunda ve batısında 7 metreyi aştığı görülmüştür. Fay üzerindeki ortalama yanal yer değiştirme ise yaklaşık olarak 4 metredir.



***Şekil 1.30.*** *Göksun GD'sunda 80±10 cm ötelenmiş bir toprak yol (Enlem: 38° 0' 18,541" N; Boylam: 36° 31' 27,426" E; Yükseklik: 1.361 m.)*



***Şekil 1.31.*** *Gücüksu batısında 420±10 cm sol-yanal yol ötelenmesi (Enlem: 38° 2' 26,727" N; Boylam: 36° 38' 11,148" E; Yükseklik: 1.366 m.)*



**Şekil 1.32.** *Ericek köyü güneyinde sol-yanal sırt ötelenmesi (Enlem: 38° 4' 22,944" N; Boylam: 36° 52' 33,666" E; Yükseklik: 1.453 m.)*



**Şekil 1.33.** *Gözpınar doğusunda ~6 m sol-yanal ötelenmiş taş duvar (Enlem: 38° 1'2,503" N; Boylam: 37° 15' 21,726" E; Yükseklik: 1.390 m.)*



**Şekil 1.34.** *Çardak Fayı'nın Barış mahallesi kesiminde yüzey kırığının İHA görüntüsü*

### 1.2.6. Çığlık Fayı

Bıçakçı doğusuna kadar yaklaşık D-B konumla izlenen Çardak Fayı K20-30D konumlu kademeli faylarla gözene köyü batısına kadar devam eder. Bu kademeli fay parçalarının genel konumunun ise DAF'a paralel-yarı paralel bir konuma sahip olduğu görülür. Kırığın konumundaki ani değişiklik nedeniyle yeni bir fay olarak değerlendirilmesi ve içinden geçtiği Çığlık köyüne ithafen "Çığlık Fayı" olarak adlanması önerilmiştir. Yaklaşık K300D konumlu sağa sıçramalı fay parçaları şeklinde Doğanşehir kuzeyinden Çığlık, Kelhalil boyunca Gözene köyü batısına kadar izlenen kırık üzerinde 210±10 cm'ye varan sol-yanal ötelenmeler ölçülmüştür. Sıçrama zonları arasında D-B konumlu sıkışma yapıları ve K-G konumlu açılma yapıları izlenir. 27 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen 5.6 büyüklüğünde depremin odak noktası bu hattın hizasındadır.



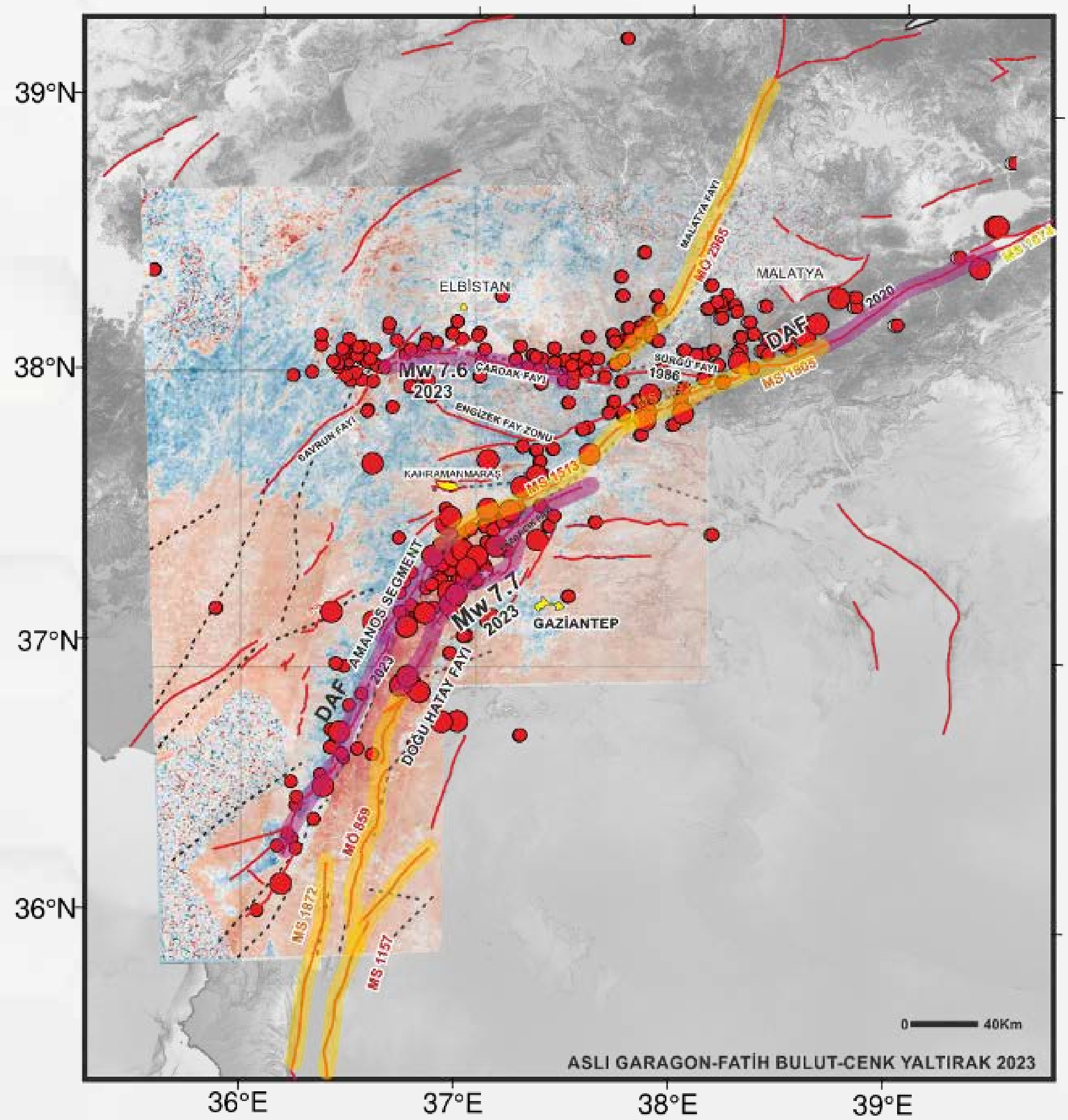
***Şekil 1.35.*** *Çığlık köyü kuzeyinde sol yanal ötelenmiş toprak yol ve çit (Enlem: 38° 7' 49,36" N; Boylam: 37° 56' 0,498" E; Yükseklik: 1.222 m.).*



***Şekil 1.36.*** *Çığlık köyünün kuzeyinde yaklaşık 210±10 cm ötelenmiş traktör tekerleği izleri (Enlem: 38° 7' 55,521" N; Boylam: 37° 56' 16,614" E; Yükseklik: 1.241 m.)*

**1.3. Jeolojik, Jeofizik ve Jeodezik Verilerin Karşılaştırılması** (Cenk Yaltırak-Ufuk Tarı):

Depremin etkilediği alanda arazide yüzey kırıkları sismik aktivitenin kapsadığı alandan daha dar bir alanı kapsar.  Jeofizik veriler ile InSAR verileri daha geniş bir alanda deformasyonu işaret etse de atım gözlenen yüzey kırığı ilk 24 saat verileri ile uyumlu görülmektedir. InSAR verilerinde ise uydunun geçiş zamanına bağlı olarak iki depremde oluşan toplam deformasyonu vermektedir Buna rağmen özellikle K-G bakış ile yüzey deformasyonu ile arazi gözlemleri daha uyumlu görülmektedir.




***Şekil 1.9.*** *Yüzey kırığı-ilk 24 saat depremleri ve InSAR K-G yer değiştirme karşılaştırılması (InSAR: https://zenodo.org/record/7626844#.Y-3hCnZBxhF).*

**1.4. Sonuç:** Saha çalışmalarında elde edilen ilksel gözlem ve görüntü değerlendirmelerine göre Amanos Segmenti üzerinde maksimum atım 4,7 m, Pazarcık Segmentinde 3,2 metre, Çardak Fayında ise toplamı 8 m'yi aşan bir yüzey kırığı bulunmaktadır. Bu durumda fayların ürettiği deprem büyüklükleri fay segmentlerinin gözlenen uzunlukları ile uyumlu görülmektedir. Arazi gözlemleri ve uydu görüntülerine HGK tarafından ortofoto ve LIDAR verilerinin de katılacağı açıklanmıştır. Böylece kış şartlarının ulaşılmasına ve bulutların çözünürlüğe etki etmesinden dolayı gözlenemeyen kesimler daha ayrıntılı incelenebilecektir. Bu depremde aktif fay haritası ile yüzey kırığı arasında 120 m-3 km kadar farklar bulunmaktadır. İlerde yapılacak çalışmalarda yerleşime uygunluk açısından dikkate alınması gereken en önemli konulardan birinin fay izlerinin yüksek çözünürlüklü haritalanmasıdır. Genel fikir veren aktif fay haritaları yüksek çözünürlüklü (30 cm) sayısal arazi modeli ile yenilenmesi gerekir. Ayrıca ova alanlarda kesin izi için uydu geodezisi ve jeofizik, özellikle sismik araştırmalar gereklidir. Bunların saptanmasından sonra faylarda paleosismoloji çalışmaları daha isabetli yapılacaktır.

Doç. Dr. Hasan Hakan Yavaşoğlu

## Jeodezik Değerlendirme

### 06 Şubat 2023 Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw 7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (Mw 7.6) Depremleri Kapsamında Gerçekleştirilen Jeodezik Çalışmalar ve Sonuçları

Yeryüzünde meydana gelen depremlerin çok büyük bir bölümü yerkabuğunun tektonik hareketlerine bağlı olarak sismik açıdan riskli bölgelerde biriken gerilme (stres) nedeniyle yerkabuğunda meydana gelen ani ve büyük yer değiştirmeler neticesinde oluşmaktadır. Yerkabuğundaki tektonik hareketler litosfer tabakasını meydana getiren “levha (plaka)” yapılarının Yer’in iç yapısındaki konveksiyon akımlarına bağlı olarak görece yer değiştirmeleri ile açıklanmaktadır. Ülkemiz ve çevresindeki tektonik hareketler Arabistan, Avrasya, Sina ve Afrika levhalarının farklı hızlarla rölatif hareketlerinin sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu levha hareketleri ülkemiz coğrafyasında çok önemli bir yer kaplayan Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Ege Açılma Sistemi gibi tektonik yapıları kontrol etmektedir.

Uydularla gözlem teknolojisinin hızlı gelişimine paralel olarak uzaktan algılama yüksek çözünürlüklü çok bantlı (multispektral) görüntülerin istatistik yöntemler ve görüntü işleme teknikleri yardımıyla değişim analizlerinde veya Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) görüntülerine interferometri tekniği uygulanarak alansal yer değiştirmelerin belirlenmesinde önemli roller üstlenmektedir. Benzer şekilde, GNSS tekniği de jeodezik gözlem ağları kullanılarak fay segmentleri üzerinde biriken güncel deformasyonların ve olası asismik krip alanlarının belirlenmesinde yüksek doğruluklu sonuçlar sunmaktadır (McClusky ve diğ, 2000; Reilinger ve diğ, 1997, 2006; Yavaşoğlu ve diğ, 2011, 2021; Aktug ve diğ, 2013, 2016; Tiryakioğlu ve diğ, 2013; Yıldız ve diğ, 2020).

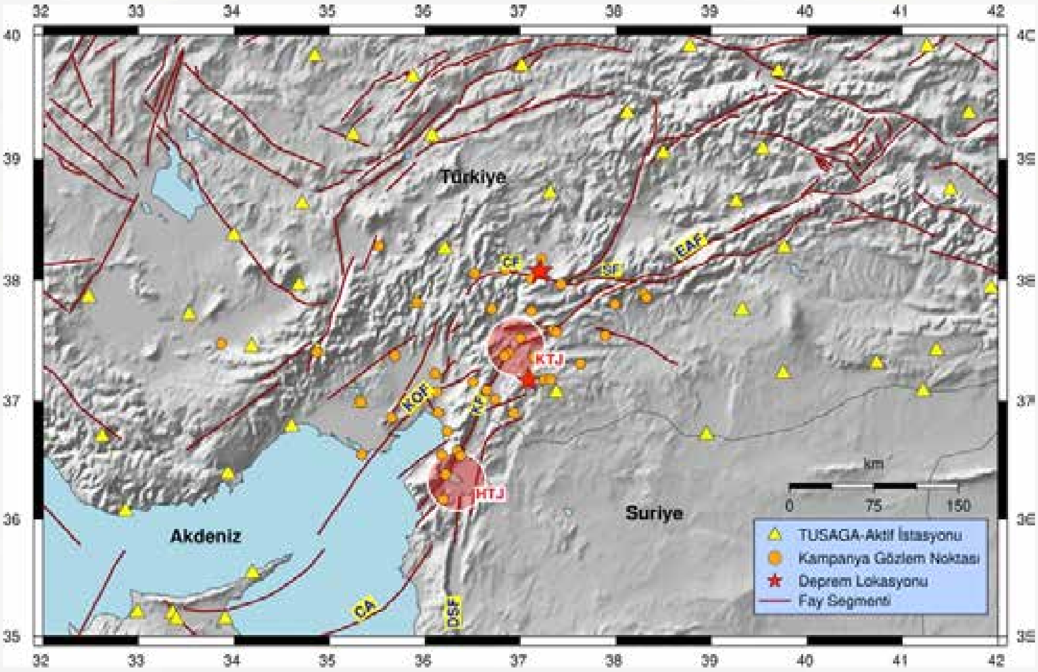
06 Şubat 2023 tarihinde sırasıyla yerel saat 04.17 ve 13.24’te meydana gelen aletsel büyüklüğü Mw 7.7 (AFAD, 2023) Pazarcık (Kahramanmaraş) ve aletsel büyüklüğü Mw 7.6 (AFAD, 2023) Elbistan (Kahramanmaraş) depremleri Akdeniz, İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerini kapsayan çok geniş bir alanda hissedilmiş ve Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Malatya, Osmaniye, Gaziantep, Adana, Kilis, Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde ciddi oranlarda yıkımlara neden olmuştur.

Bu iki deprem sonucunda ortaya çıkan ko-sismik etkilerin jeodezik açıdan incelenebilmesi için depremlerin yeryüzü odak noktalarının yakın çevresinde bulunan GNSS istasyonları ve kampanya gözlem noktalarından faydalanılmıştır. Bu amaçla, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) uhdesinde Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) kapsamında GNSS gözlemleri yapan 68 istasyonun deprem öncesi ve sonrası 30 saniye örnekleme aralıklı verileri kurum web sunucusu üzerinden temin edilmiştir (TUSAGA-Aktif, 2023). TUSAGA-Aktif istasyonlarının depremden önceki ve sonraki onar gün için 26 Ocak-16 Şubat 2023 dönemini kapsayan GNSS verileri değerlendirilmiştir. Seçilen TUSAGA-Aktif istasyonlarının Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depremi merkez üssüne olan uzaklıkları yaklaşık 32 ile 700 km, Ekinözü Kahramanmaraş depremi merkez üssüne olan uzaklıkları ise yaklaşık 2.5 ile 700 km arasında değişmektedir. Bunun yanısıra, hem ko-sismik etkilerden yararlanarak kırılan fayların mekanizmalarının yüksek doğrulukla modellenebilmesi hem de post-sismik çalışmalar ile deprem sonrası etkilerin izlenebilmesi amacıyla sabit GNSS istasyonlarından oluşan gözlem ağı kampanya tipi noktalar ile sıklaştırılmıştır (Şekil 1). Bu sayede, seçilen 68 GNSS istasyonuna ek olarak 44 kampanya tipi gözlem noktası ile toplam 112 noktadan oluşan GNSS gözlem ağının uzaysal çözünürlüğü de artırılmıştır (Şekil 2). Kampanya tipi gözlem noktaları seçilirken de noktaların deprem öncesi döneme dair arşiv verilerinin bulunması gerekliliği göz önünde bulundurulup Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü uhdesindeki TUTGA noktaları ve geçmişte farklı çalışmalarda (Mahmoud ve diğ, 2012, Yıldız ve diğ, 2020; Özkan, 2021) kullanılan diğer noktaların çalışma bölgesi civarındaki kullanılabilir olanları tercih edilmiştir.

Her kampanya gözlem noktasında 30 saniye örnekleme aralığı, 10° uydu yükseklik açısı ve en az 4 saatlik oturum süresi ile statik ölçme yöntemi kullanılarak GNSS gözlemleri gerçekleştirilmiştir.



***Şekil 1:** ERZR-Erzurum TUSAGA-Aktif istasyonu (üstte) ve PT38 kampanya tipi GNSS gözlem noktası (altta) görünüm.*

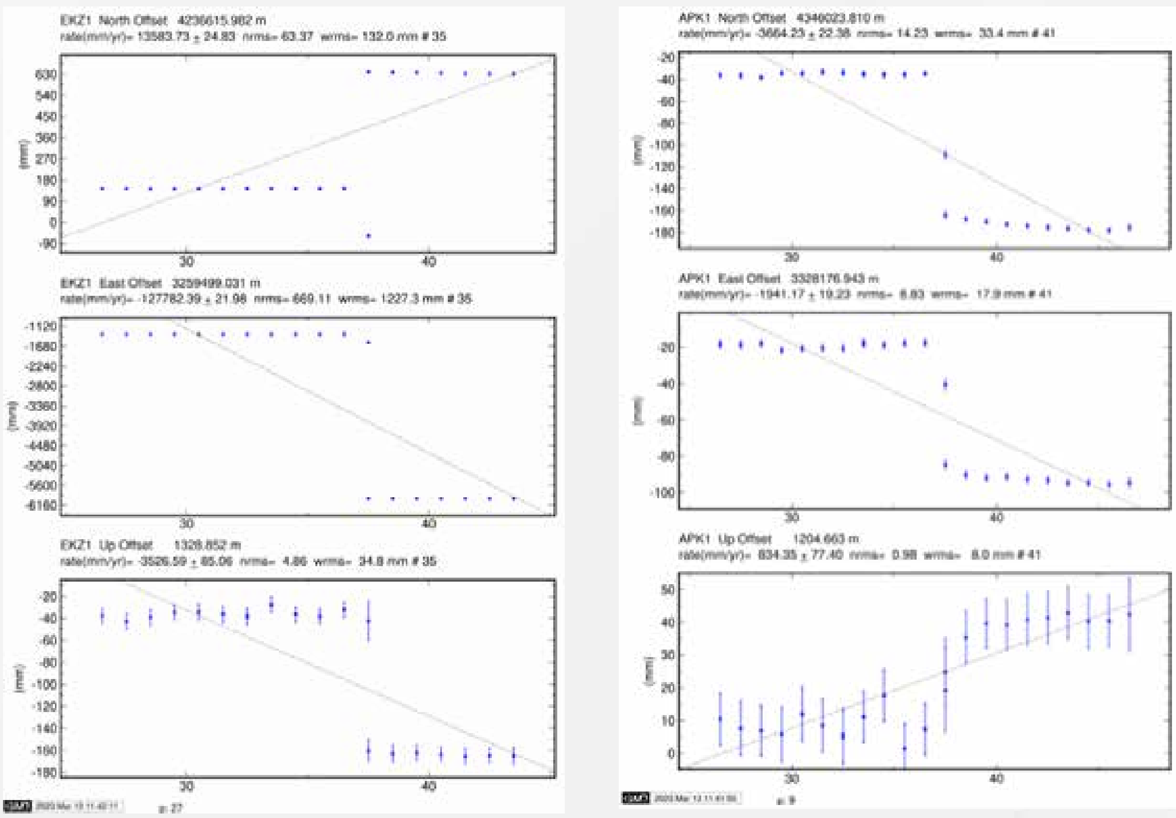



***Şekil 2:*** *Jeodezik çalışmalar için oluşturulan GNSS gözlem ağı. Sarı üçgenler TUSAGA-Aktif istasyonlarını, turuncu daireler kampanya tipi gözlem noktalarını ve kırmızı yıldızlar da 06 Şubat 2023 günü meydana gelen depremlerin merkez üssünü göstermektedir. Koyu kırmızı çizgisellikler fay segmentlerine karşılık gelmektedir (EAF: Doğu Anadolu Fayı, KF: Karasu Fayı, KOF: Karataş-Osmaniye Fayı, DSF: Ölü Deniz Fayı, CF: Çardak Fayı, CA: Kıbrıs Yayı, SF: Sürgü Fayı, HTJ: Hatay Üçlü Kesişme Noktası, KTJ: Kahramanmaraş Üçlü Kesişme Noktası) (GEM GAF-DB (Styron and Pagani, 2020).*

Kampanya tipi gözlem noktalarında gerçekleştirilecek güncel GNSS ölçmeleri için kısa bir zaman dilimi içinde TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı kapsamında desteklenen "06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin Kosismik Deformasyon Etkilerinin Araştırılması" başlıklı bir araştırma projesi hayata geçirilmiştir. Depremlerden 6 gün sonra 12-19 Şubat 2023 tarihleri arasında 3 Ekip (6 Araştırmacı) ile jeodezik saha çalışmalarına başlanmış ve ko-sismik deformasyonların etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmaya, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Aksaray Üniversitesi, Ankara Üniversitesi, Cumhuriyet Üniversitesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi'nden akademisyenler (Prof. Dr. İbrahim Tiryakioğlu, Doç. Dr. Hasan Hakan Yavaşoğlu, Prof. Dr. Bahadır Aktuğ, Prof. Dr. Fatih Poyraz, Öğr. Gör. Dr. Ali Özkan, Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim Solak, Dr. Öğr. Üyesi Cemil Gezgin, Dr. Hüseyin Duman) katılmışlardır.

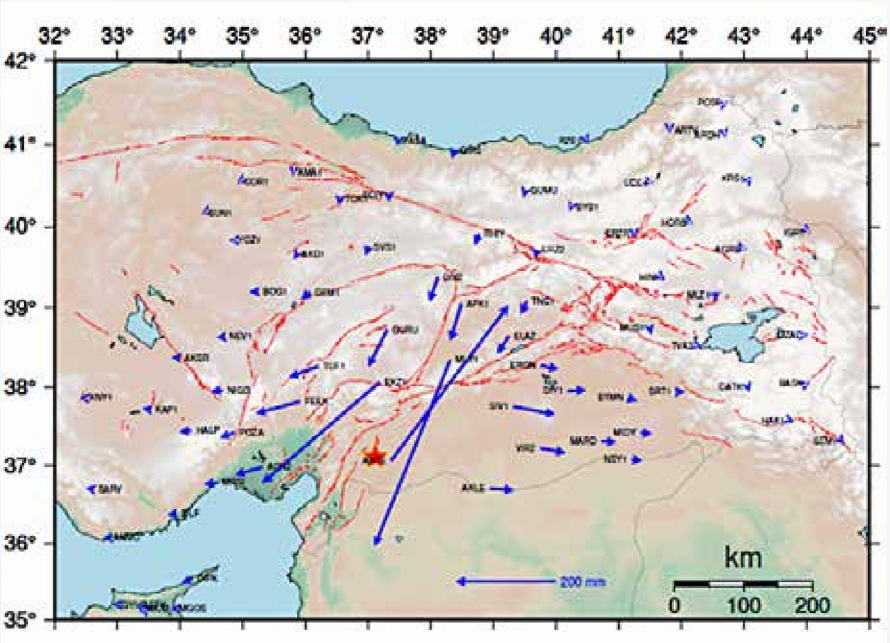
GNSS verileri Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Yer Atmosfer ve Gezegen Bilimleri Bölümü (MIT EAPS, ABD) tarafından geliştirilen GAMIT/GLOBK yazılımı kullanılarak işlenmiştir (King ve Bock, 2002; Herring ve diğ, 2015). GAMIT işlem adımı için uydu yörünge bilgisi Uluslararası GNSS Servisi (IGS)'nin hızlı ürünü (IGS-R) şeklinde Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC) sunucusundan Standard Product 3 (SP3) formatında elde edilmiştir. GLOBK adımında referans çerçevesinin stabilizasyonu için Eyübagil ve diğ. (2023) çalışmasında verilen IGS istasyonları da çözümlere dahil edilmiştir. Her iki depremin etkilerinin ayırt edilebilmesi için depremlerin meydana geldiği saatlere göre tüm TUSAGA-Aktif istasyonlarından elde edilen verilerin bölünmesi stratejisi benimsenmiştir. Buna göre, Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (04.17 yerel saat) depreminin etkisinin belirlenebilmesi için 06 Şubat 2023 tarihli veriler Receiver INdependent Exchange (RINEX) formatındaki dosyalardan UTC 00:01:30-10:19:00 saat aralığında alınarak işlenmiştir. Buna karşın, Ekinözü Kahramanmaraş depreminin etkisinin araştırılması amacıyla aynı günün verileri UTC 10:35:00-23:59:59 saat aralığı için analiz edilmiştir. Böylece, her iki depremin neden olduğu yer değiştirme miktarları birbirinden bağımsız olarak hesaplanabilmiştir.

Söz konusu veri işleme stratejisi doğrultusunda, tüm TUSAGA-Aktif istasyonları için üç bileşen koordinat zaman serileri elde edilmiştir (Şekil 3). İstasyonlardaki koordinat değişimleri incelendiğinde Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (04.17 yerel saat) depreminin EKZ1 istasyonunun kuzey ve doğu bileşenlerinde sırasıyla 20 ve 23 cm yer değiştirmelere neden olduğu belirlenmiştir. Aynı istasyonda Ekinözü Kahramanmaraş (13.24 yerel saat) depreminin neden olduğu yer değiştirmeler ise kuzey bileşende 69 cm ve doğu bileşende 440 cm olarak hesaplanmıştır. Düşey bileşen için hesaplanan 12 cm'lik yer değiştirme istasyonun bulunduğu lokasyonda çökmeye işaret etmektedir.

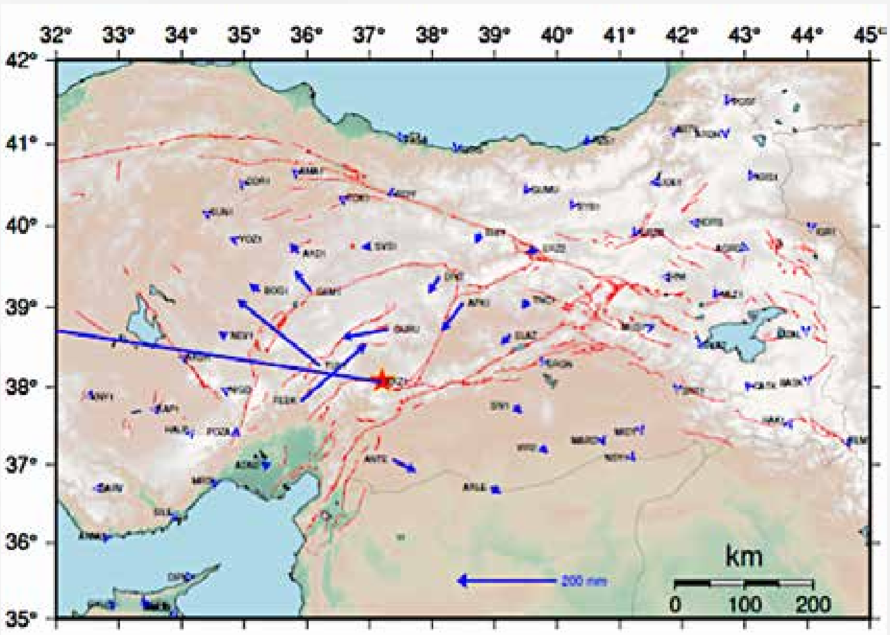



***Şekil 3:** EKZ1-Ekinözü Kahramanmaraş istasyonu (solda) ve APK1-Arapgir Malatya istasyonu (sağda) için günlük konum değişimini gösteren zaman serisi örnekleri*

Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (04.17 yerel saat) ve Ekinözü Kahramanmaraş (13.24 yerel saat) depremleri nedeniyle TUSAGA-Aktif istasyonlarında meydana gelen yatay yer değiştirme vektörleri sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.




**Şekil 4:** *Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (04.17 yerel saat) depreminin TUSAGA-Aktif istasyonlarında neden olduğu yatay yer değiştirmelere dair vektörel gösterim*




**Şekil 5:** *Ekinözü Kahramanmaraş (13.24 yerel saat) depreminin TUSAGA-Aktif istasyonlarında neden olduğu yatay yer değiştirmelere dair vektörel gösterim*

06 Şubat 2023 Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw 7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (Mw 7.6) depremleri kapsamında gerçekleştirilen jeodezik çalışmalar neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

• Depremler nedeniyle en fazla toplam yer değiştirme EKZ1-Ekinözü Kahramanmaraş TUSAGA-Aktif istasyonunda meydana gelmiştir. Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depremi nedeniyle kuzey bileşende 20 cm, doğu bileşende ise 23 cm yer değiştirme belirlenmiştir. Aynı istasyonda Ekinözü-Kahramanmaraş depremi nedeniyle kuzey bileşendeki yer değiştirme 69 cm iken doğu bileşende hesaplanan yer değiştirme 440 cm'dir.

• Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depremi nedeniyle en büyük yer değiştirme ANTE-Gaziantep TUSAGA-Aktif istasyonunda doğu bileşende 23 cm, kuzey bileşende ise 31 cm olarak hesaplanmıştır.

• Ekinözü-Kahramanmaraş depremi nedeniyle en büyük yer değiştirme EKZ1-Ekinözü Kahramanmaraş TUSAGA-Aktif istasyonunda doğu bileşende 440 cm, kuzey bileşende ise 69 cm olarak hesaplanmıştır.

• Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depreminin analizi neticesinde tüm TUSAGA-Aktif istasyonlarında doğu bileşende 1-23 cm, kuzey bileşende 1-31 cm aralığında yer değiştirmeler belirlenmiştir. Ekinözü-Kahramanmaraş depreminde ise doğu bileşende 1-440 cm, kuzey bileşende 1-69 cm aralığında yer değiştirmeler hesaplanmıştır.

• Depremler sonrasında süren post-sismik deformasyonlar ve fay segmentleri üzerindeki gerinim birikimlerinin sürekli GNSS istasyonları ve periyodik kampanya ölçmeleri ile izlenmeye devam edilmeli, çalışma alanı civarındaki fay mekanizmalarının anlaşılabilmesi için yeni veriler ile modelleme çalışmaları sürdürülmelidir.

***Kaynaklar***


*• AFAD, Deprem Dairesi başkanlığı (2023). 06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 depremlerine ilişkin ön değerlendirme raporu.*

*• Aktug, B., Parmaksiz, E., Kurt, M., Lenk, O., Kiliçoğlu, A., Ali Gürdal, M. ve Özdemir, S. (2013). Deformation of central anatolia: GPS implications. Journal of Geodynamics, 67, 78–96.*

*• Aktug, B., Ozener, H., Dogru, A., Sabuncu, A., Turgut, B., Halicioglu, K., ... Havazli, E. (2016). Slip rates and seismic potential on the East Anatolian Fault System using an improved GPS velocity field. Journal of Geodynamics, 94–95, 1–12.*

*• Eyübagil, E. E., Yaşar, Ş. Ş., Çakanşimşek, E. B., Duman, H., Solak, H. İ., Özkan, A., Gezgin, C., Yavaşoğlu, H. H., Tiryakioglu, İ., Poyraz, F. and Aktuğ, B., 6 Şubat 2023 Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw: 7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (Mw: 7.6) Depremlerinin GNSS Gözlemlerine Bağlı Öncül Sonuçları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(1), pp.160-176.*

*• Herring, T. A., King, R. W., Floyd, M. A. ve McClusky, S. C. (2015). Introduction to GAMIT/GLOBK. Massachusetts Institute of Technology, USA.*

*• King, R. W. ve Bock, Y. (2002). Documentation for the GAMIT GPS analysis software. (Program Manual). Massachusetts Institute of Technology, USA.*

*• Mahmoud, Y. (2012). Thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg Caractérisation géodésique de la déformation active du point triple d'Hatay (Syrie-Turquie). (Ph.D. Thesis). Université de Strasbourg, Ecole et Observatoire des Science de la Terre, Institut de Physique du Globe de Strasbourg, Strasbourg.*

*• McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., ... Kahle, H. (2000). Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. Journal of Geophysical Research, 105, 5695–5719.*

*• Özkan, A. (2021). Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesindeki Diri Fayların Kinematiğinin GPS Gözlemleri ve Elastik Yarı Uzaysal Yer Değiştirme Modeli ile Belirlenmesi. (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.*

*• Reilinger, R., McClusky, S., Oral, M. B., King, R. W., Tosoz, M. N., Barka, A. A., ... Sanli, I. (1997). Global Positioning System measurements of present- day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone. J. Geophys. Res., 102, 9983–9999.*

*• Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., ... Stepanyan, R. (2006). GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 111, 1–26.*

*• Styron, R. ve Pagani, M. (2020). The GEM Global Active Faults Database. Earthquake Spectra, 36, 160–180.*

*• Tiryakioğlu, İ., Floyd, M., Erdoğan, S., Gülal, E., Ergintav, S., McClusky, S. ve Reilinger, R. (2013). GPS constraints on active deformation in the Isparta Angle region of SW Turkey. Geophysical Journal International, 195, 1455– 1463.*

*• TUSAGA-Aktif (2023). https://www.tusaga-aktif.gov.tr/Sayfalar/Rinex/30snRinex.aspx, Son Erişim Tarihi: 14.03.2023.*

*• Yavaşoğlu, H., Tarı, E., Tüysüz, O., Çakır, Z. ve Ergintav, S. (2011). Determining and modeling tectonic movements along the central part of the North Anatolian Fault (Turkey) using geodetic measurements. Journal of Geodynamics, 51, 339–343.*

*• Yavasoglu, H.H., Tiryakioglu, I., Karabulut, M. F., Eyubagil, E. E., Ozkan, A., Masson, F., Klein, E., Gulal, V. E., Alkan, R. M., Alkan, M. N., 2021. New geodetic constraints to reveal seismic potential of central Marmara region, Turkey. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata 62.*

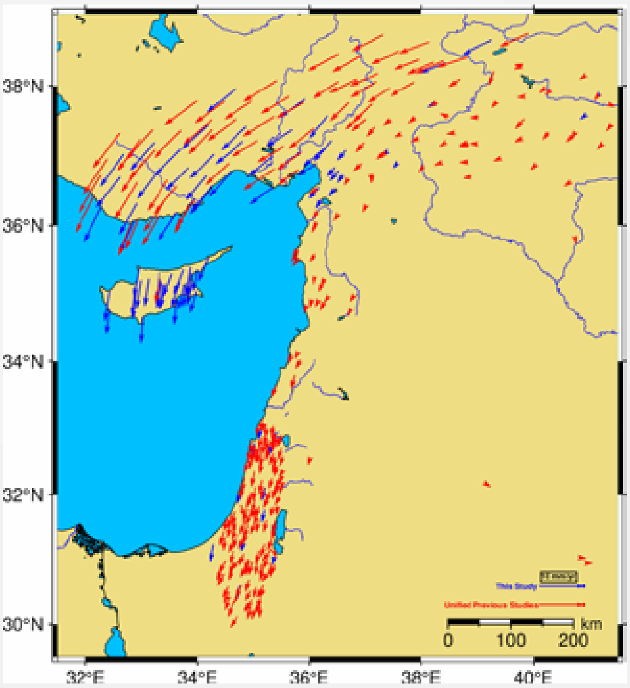
*• Yıldız, S. S., Özkan, A., Yavaşoğlu, H. H., Masson, F., Tiryakioğlu, İ., Alkan, M. N., Bilgi, S. 2020. Determination of recent tectonic deformations in the vicinity of Adana Osmaniye Hatay Gaziantep triple junction region by half-space modeling, Comptes Rendus Geoscience. 1631-0713, 352, 3, 225-234.*

Araş. Gör. Volkan ÖZBEY, Prof. Dr. Ergin TARI (Geomatik Mühendisliği Bölümü), Prof. Dr. Ali Mehmet Celal ŞENGÖR, Doç. Dr. Cengiz ZABCI (Jeoloji Mühendisliği Bölümü), Prof. Dr. Mehmet Sinan ÖZEREN (Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü)

## Nurdağı-Pazarcık ve Elbistan-Ekinözü bölgesinde bulunan GNSS istasyonlarının deprem öncesi döneme ait analizleri

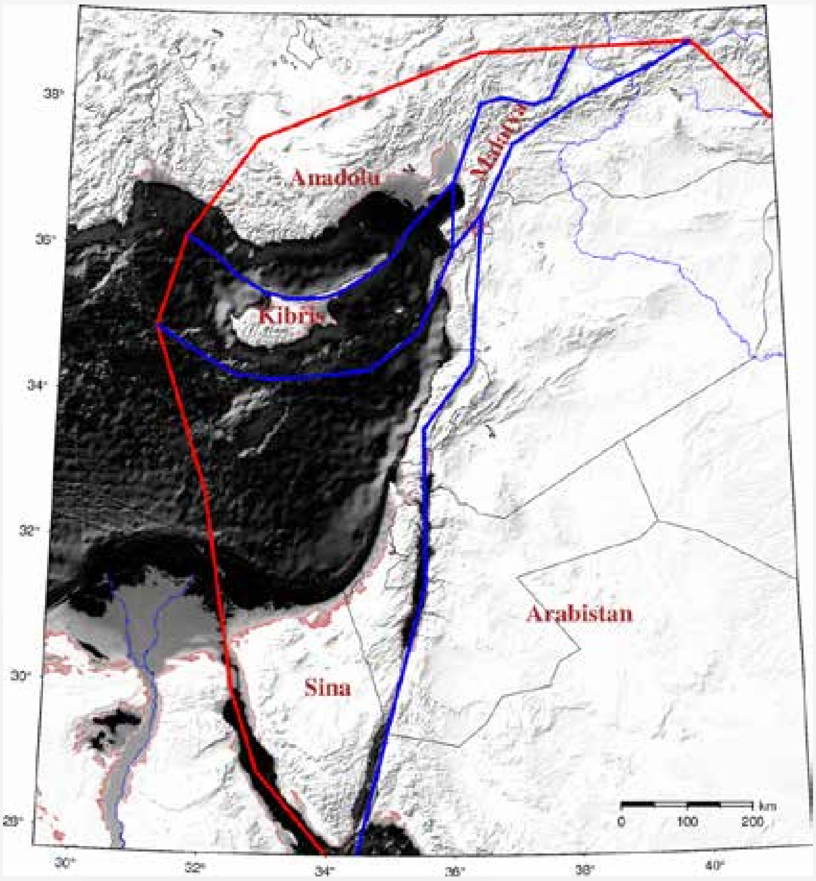
Bu bölüm, bölgedeki sürekli ve kampanya tipi GNSS istasyonları kullanılarak üretilen 2 farklı kinematik model (blok ve sürekli ortamlar) sonucunu içermektedir. Model sonuçları, Nurdağı-Pazarcık ve Elbistan-Ekinözü deprem dizisi ile ilişkilendirilerek sunulmaktadır.

Bölgedeki sürekli gözlem yapan GNSS istasyonlarının çoğu TUSAGA-AKTİF GNSS ağında yer almakta olup 2009 yılından günümüze kadar sürekli (7gün/24saat) gözlem yapan istasyonlardır. Kampanya türü istasyonlar ise belirli aralıklarla gözlem yapılan istasyonlardır. Model toplamda 234 GNSS istasyonu içermekte olup bu istasyonların 75 tanesi sürekli gözlem yapan istasyonlardır. Ayrıca bu GNSS istasyonlarının 115 adeti Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyet'in sınırları içinde yer almaktadır (43 sürekli – 72 kampanya tipi istasyon). Çalışma kapsamında ham verileri değerlendirilip zaman serileri analiz edilen istasyonlardan sürekli gözlem yapanların (94 istasyon) zaman serileri haftalık olarak birleştirilerek daha gerçekçi güven aralıkları (realistic uncertainities) kestirilmiştir. Bu istasyonlara ait verilerin değerlendirilmesi ve ayrıca geçmiş çalışmalarda sunulan (Le Beon vd., 2008; Alchalbi vd., 2011; Sadeh vd., 2012; Gomez vd., 2020; Viltress vd., 2022; Kurt vd., 2022) hızların birleştirilmesi ve aynı referans sistemine entegre edilmesi ile elde edilen hız alanı Şekil 1'de verilmektedir.




***Şekil 1.*** *Deprem bölgesi ve çevresindeki GNSS istasyonlarının deprem öncesi hızları (Arabistan levhası sabit). Mavi oklar, ham verileri değerlendirilen istasyonlar olup kırmızı ile gösterilen hızlar geçmiş çalışmalardan derlenerek ve birleştirilerek elde edilen istasyonlara aittir*

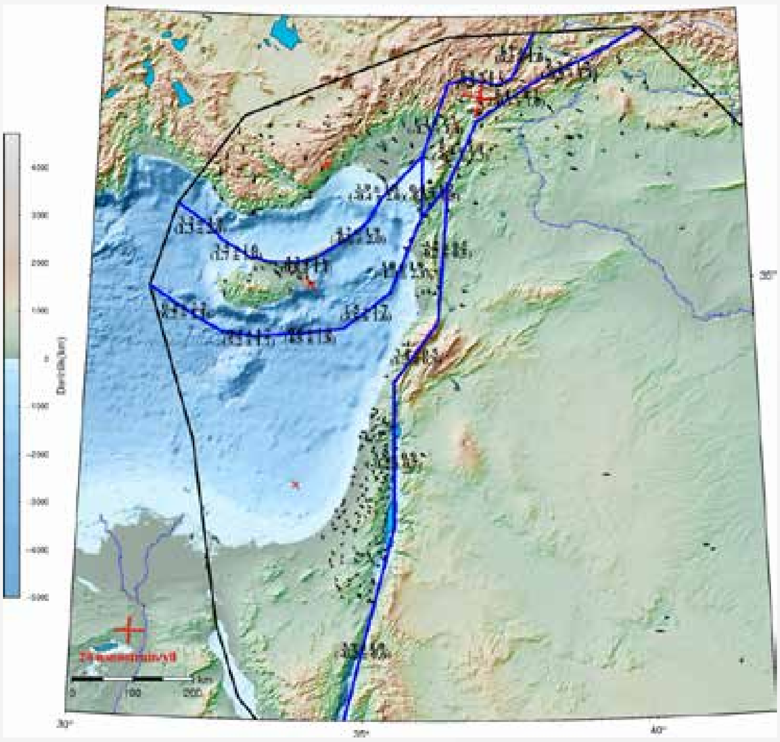
İlk model, problemi tektonik bloklar üzerinden ele alan bir yaklaşımdır (McCaffrey vd., 2007). Burada, çalışma alanı birbirlerinden farklı tektonik davranışlara sahip bloklar olarak tanımlanır ve bölgenin tektonik deformasyonu (elastik) blok sınırları olarak tanımlanan düzlemsel deformasyon kaynakları (faylar) üzerinden ele alınır. İhmal edilemeyecek büyüklükteki blok içi deformasyon ise her bir blok için hesaplanan tek bir genleme oranı tensörü (strain rate tensor) ile ifade edilmektedir. Bölgenin genel tektoniği temel alınarak tasarlanan blok geometrisi Şekil 2'de gösterilmektedir.




***Şekil 2.*** *Blok geometrisi. Mavi çizgiler fay olarak tanımlanan sınırları göstermekte olup kırmızı çizgiler diğer blok sınırlarına karşılık gelmektedir.*

Blok sınırları genel olarak bölgedeki temel tektonik yapılara karşılık gelmektedir (Kıbrıs yayı, Kyrenia fayı, Ölü Deniz ve Doğu Anadolu fayları). Bununla birlikte, çalışma alanının kuzeydoğusunda bulunan Malatya bloğunun kuzeybatı sınırı, Çardak ve Malatya-Ovacık faylarını temsil etmektedir.

Blok model yaklaşımı, problemi ters çözüm problemi olarak ele alıp lineer ve lineer olmayan bir dizi ters çözüm yöntemini yinelemeli şekilde uygulamaktadır. Sonlu ve üç boyutlu düzlemler olarak tanımlanan faylar dikdörtgensel küçük alt parçacıklara bölünüp, her bir parçaya karşılık gelen kayma değeri GNSS verilerinden hesaplanan hızlardan yararlanarak ters çözüm yöntemiyle çözülmektedir (Okada, 1992). Blokların içerisindeki değişmeyen (uniform) genleme oranı tensörleri ise problemi coğrafi koordinatlarla çözen bir yöntemle hesaplanmıştır (Savage vd., 2001). Hesaplanan bu değerler Şekil 3'de gösterilmektedir.



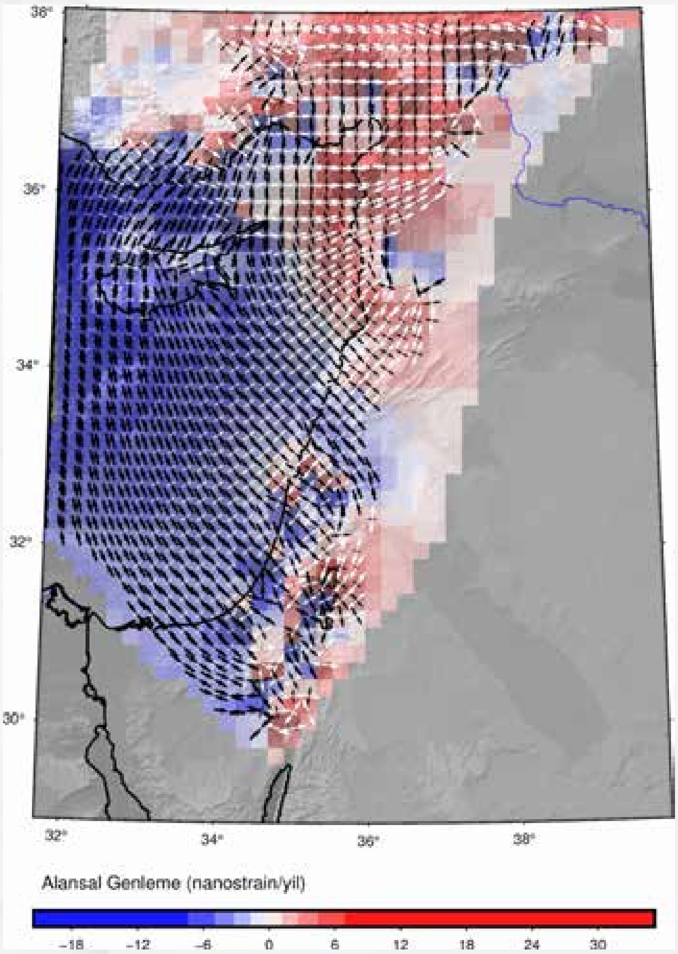
***Şekil 3.*** *Blok hızları ve blok genleme oranı tensörleri. Parantez içindeki değerler faya normal hızları göstermekte olup pozitif değerler sıkışmayı belirtmektedir. Parantez dışındaki değerler faya paralel hız olup pozitif değerler sol yanal atıma karşılık gelmektedir. Siyah oklar artık hızlardır (Ölçü – model).*

Burada, sonuçlar tüm alan için ele alınmayacak olup sadece üzerinde deprem meydana gelen blok sınırlarının kayma oranları tartışılmıştır.

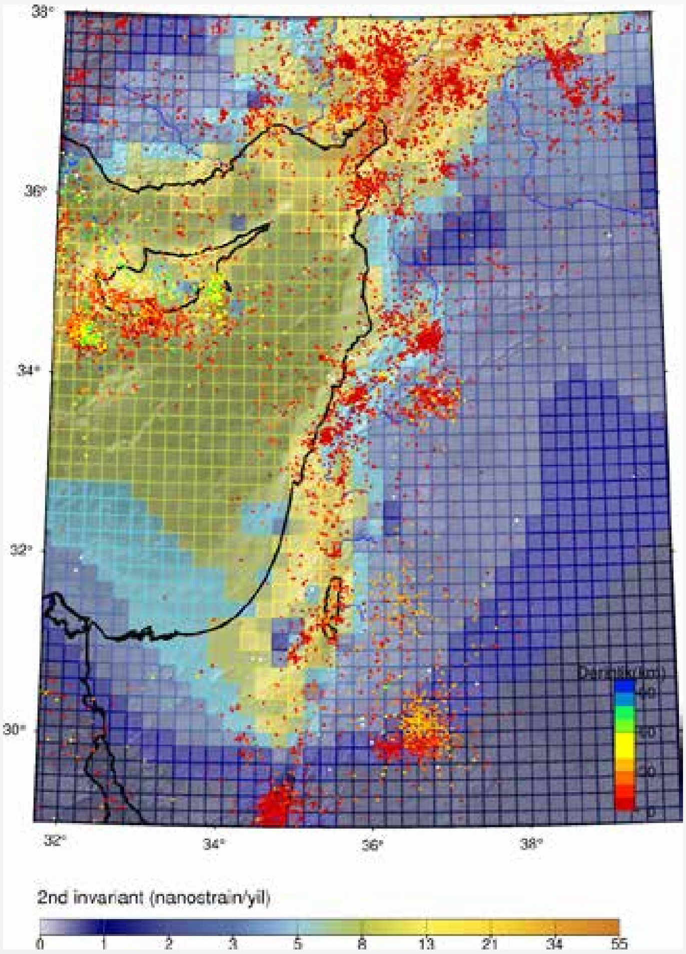
6 Şubat 2023'de meydana gelen deprem dizisi, modelde Malatya bloğu olarak tanımlanan bloğun Doğu Anadolu ve Çardak fayına karşılık gelen sınırlarında gerçekleşmiştir. Doğu Anadolu fayının model sınırları içerisinde yer alan bölümünde batıdan doğuya doğru sürekli olarak artan 5.3-6 mm/yıl büyüklüğünde kayma hızı hesaplanmış olup deformasyonun türü çok büyük oranda sol yanal atımlıdır. Çardak ve Malatya fayları üzerindeki davranış da aynı şekilde sol yanal atımlı olup kayma hızları sırasıyla 1.7 ve 1.8 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte blok içi genleme oranı tensörü 35 nanostrain/yıl olarak hesaplanmıştır. Burada belirtilmesi gerekir ki her blok için tek ve sabit (non-varying) olarak hesaplanan bu tensörler blok içerisindeki lokal faylara karşılık gelen ihmal edilemeyecek büyüklükteki deformasyonları temsil etmektedir.

İkinci model ise problemi düzenli veya düzensiz bir grid çerçevesinde ele alıp, GNSS hızlarının küresel koordinat sisteminde (enlem, boylam) kübik-spline metodu ile enterpole edilmesiyle elde edilen sürekli bir hız alanı üzerinden çözüme gitmektedir (Haines ve Holt, 1993; Beaven ve Haines, 2001). Model, ilgili sürekli hız alanının her bir hücre (cell) içerisine denk gelen genleme oranı tensörünün minimize edilmesi ilkesine dayanmaktadır.

Model sonuçları Şekil 4 ve 5'te gösterilmiştir. Sonuçlar yine sadece depremlerin konumlarına karşılık gelen bölgeler özelinde tartışılmıştır.




**Şekil 4.** *Genleme oranı tensörleri*




**Şekil 5.** *Genleme oranı tensörünün ikinci değişmezi ve 1999-2014 yılları arasında meydana gelen $M_w$ > 2.8 büyüklüğündeki depremler.*

Şekil 4'te gösterilen ana genel oranı tensör okları (principal strain rate tensor crosses) bölgedeki baskın deformasyonun makaslama (shear) deformasyonu olduğunu ortaya koymaktadır. Bölgedeki davranış genel olarak D-B açılma, K-G sıkışma olup tensör elemanlarının izine (trace) karşılık gelen genleme tensörünün birinci değişmezi (invariant) grid bazlı renklendirme ile gösterilmiştir. Şekil 5, deformasyonun büyüklüğünü temsil eden tensörün ikinci değişmezini ve bölge civarındaki sismik aktiviteyi göstermektedir. Sismisite verisi noktasal olarak gösterilmiş olup derinliğe göre renklendirilmiştir. Görüldüğü gibi grid içerisindeki en büyük deformasyon, çevresinde söz konusu depremlerin de meydana geldiği Malatya bloğu içerisine karşılık gelmektedir.

Bölgedeki GNSS verilerinin ters çözüm yöntemleriyle ele alındığı birbirinden tamamen bağımsız ve farklı her iki modelin sonuçları da Malatya bloğu içerisinde bir kayma deformasyonu ayrışımı (shear partitioning) olduğunu açıkça göstermektedir. Modeller, Malatya bloğuna karşılık gelen bölgenin bütünüyle bir deformasyon zonu olduğunu ve deformasyonun bölgedeki faylara dağıldığını göstermekte olup 06 Şubat 2023'de meydana gelen Nurdağı-Pazarcık ve Elbistan-Ekinözü depremleri bu sonuçları bir anlamda doğrulamaktadır.

***Not:*** *Bu bölüm şu anda hakem değerlendirme süreci aşamasında olan bilimsel bir makaleden özetlenerek hazırlanmıştır (Özbey vd., 2023).*

***Kaynaklar***


*Alchalbi, Abdulmutaleb, et al. "Crustal deformation in northwestern Arabia from GPS measurements in Syria: Slow slip rate along the northern Dead Sea Fault." Geophysical Journal International 180.1 (2010): 125-135.*

*Beavan, John, and John Haines. "Contemporary horizontal velocity and strain rate fields of the Pacific-Australian plate boundary zone through New Zealand." Journal of Geophysical Research: Solid Earth 106.B1 (2001): 741-770.*

*Gomez, Francisco, et al. "Fragmentation of the Sinai Plate indicated by spatial variation in present-day slip rate along the Dead Sea Fault System." Geophysical Journal International 221.3 (2020): 1913-1940.*

*Haines, A. J., and W. E. Holt. "A procedure for obtaining the complete horizontal motions within zones of distributed deformation from the inversion of strain rate data." Journal of Geophysical Research: Solid Earth 98.B7 (1993): 12057-12082.*

*Karabulut, Hayrullah, et al. "A new crustal model of the Anatolia–Aegean domain: evidence for the dominant role of isostasy in the support of the Anatolian plateau." Geophysical Journal International 218.1 (2019): 57-73.*

*Kurt, I.A et al. "Contemporary velocity field for turkey inferred from combination of a dense network of long term gnss observations". Turkish Journal of Earth Sciences. (in press)*

*Le Beon, Maryline, et al. "Slip rate and locking depth from GPS profiles across the southern Dead Sea Transform." Journal of Geophysical Research: Solid Earth 113.B11 (2008).*

*McCaffrey, R., et al. "Fault locking, block rotation and crustal deformation in the Pacific Northwest: GJI Tectonics and geodynamics, v. 169." (2007): 27.*

*Okada, Yoshimitsu. "Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space." Bulletin of the seismological society of America 82.2 (1992): 1018-1040.*

*Özbey et al. "Kinematics of the Kahramanmaraş trıple junction: evidence of shear partitioning". Tectonophysics (under review)*

*Sadeh, M., et al. "Crustal deformation along the Dead Sea Transform and the Carmel Fault inferred from 12 years of GPS measurements." Journal of Geophysical Research: Solid Earth 117.B8 (2012).*

*Savage, J. C., Weijun Gan, and J. L. Svarc. "Strain accumulation and rotation in the Eastern California Shear Zone." Journal of Geophysical Research: Solid Earth 106.B10 (2001): 21995-22007.*

*Viltres, Renier, et al. "Present-Day Motion of the Arabian Plate." Tectonics 41.3 (2022): e2021TC00701.*

Prof. Dr. Serdar EROL, Araş. Gör. Bilal MUTLU (Geomatik Mühendisliği Bölümü)

## GNSS tekniği kullanılarak Kahramanmaraş depremlerinin Jeodezik olarak incelenmesi (Öncül Sonuçlar)

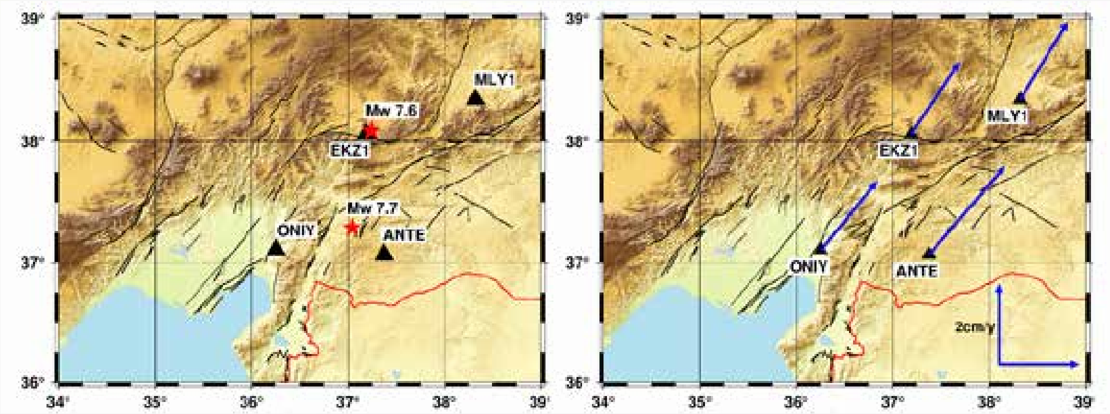
Ülkemizde, şiddeti 5 ve üzerinde olan herhangi bir deprem meydana geldiğinde, deprem bölgesinde bulunan TUSAGA-Aktif Sabit GNSS İstasyonlarına ait deprem öncesi ve sonrası 1 saniye aralıklı uydu gözlem verileri araştırmacıların erişimine sunulmaktadır (TUSAGA-Aktif, 2020a). Bu kapsamda, 6 Şubat 2023 tarihli (01:17:32 UTC) Mw 7.7 Pazarcık ve (10:24:47 UTC) Mw 7.6 Elbistan depremlerinin deprem üsleri olan sırasıyla 37°17'16.28'' Kuzey Enlemi, 37°25'48.00'' Doğu Boylamı ve 38°05'20.40'' Kuzey Enlemi, 37°14'20.40'' Doğu Boylamı çevresindeki 4 adet TUSAGA-Aktif GNSS istasyonunun deprem günündeki 1 saniye aralıklı uydu gözlem verileri kullanılarak depremin ko-sismik etkileri Jeodezik olarak incelenmiş ve elde edilen öncül sonuçlar aşağıda verilmiştir. Deprem bölgesi yakınında bulunan 4 adet GNSS istasyonu, ANTE (Gaziantep), EKZ1 (Ekinözü), MLY1 (Malatya) ve ONIY (Osmaniye) isimli istasyonlardır (Şekil 1a). İstasyonların deprem üslerine olan uzaklıkları Çizelge 1'de verilmektedir.

Deprem üslerine uzaklıklar (km)

| İstasyon | Pazarcık (Mw 7.7) | Elbistan (Mw 7.6) |
|---|---|---|
| ANTE | 25.3 | 114.3 |
| EKZ1 | 88.1 | 5.7 |
| MLY1 | 140.7 | 98.6 |
| ONIY | 106.4 | 139.9 |

***Çizelge 1.*** *GNSS istasyonlarının deprem üslerine olan uzaklıkları.*

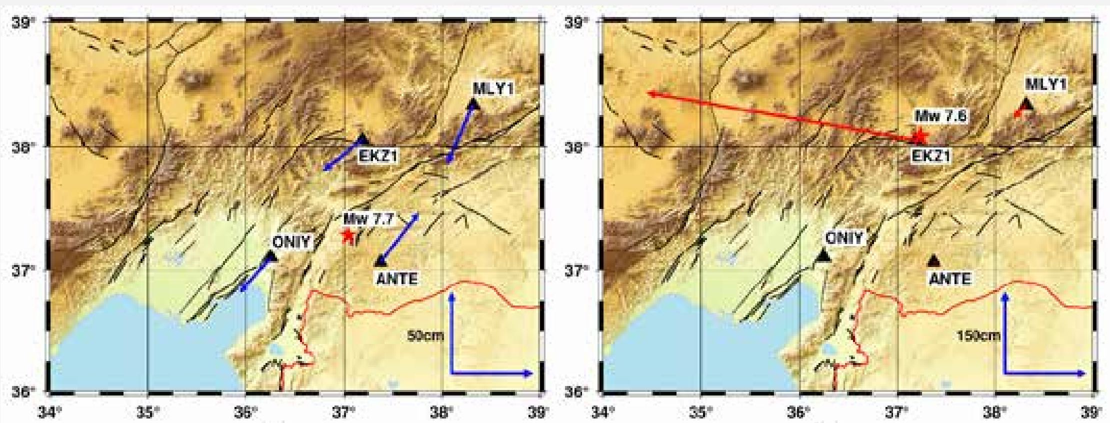
İlgili 4 GNSS istasyonunun konumları ve inter-sismik ITRF yatay yıllık hız vektörleri cm/yıl olarak Şekil1b'de verilmektedir (TUSAGA-Aktif, 2020b). Şekil 1b, herhangi bir tektonik aktivite olmaması durumunda ilgili noktalara ait yıllık olağan hareketleri göstermektedir.




(a) (b)

***Şekil 1.*** *GNSS istasyonları ve deprem üssü konumları (a), GNSS istasyonlarının ITRF hızları (b).*

Bu istasyonların deprem gününe ait 1 saniye aralıklı uydu gözlem verileri GNSS Hassas Nokta Konumlama tekniği kullanılarak mutlak yöntemle statik ve kinematik olarak değerlendirilmiştir. Öncelikle, GNSS istasyonlarının deprem gününe ait gözlem verileri birinci deprem öncesi, birinci deprem sonrası ve ikinci deprem sonrası olacak şekilde üç ayrı veri setine ayrılmış ve tüm veri setleri statik Hassas Nokta Konumlama yöntemine göre değerlendirilmiştir. Öncül hesaplama sonucunda ilgili istasyonlara ait elde edilen deprem öncesi ve deprem sonrası koordinatlardan yatay deformasyon vektörleri hesaplanmıştır. Mw 7.7 şiddetinde geçekleşen ilk deprem sonucunda oluşan deformasyon vektörleri Şekil 2a' da, Mw 7.6 şiddetinde gerçekleşen ikinci deprem sonucunda oluşan ve ilk deprem sonrasındaki konumlara göre elde edilen deformasyon vektörleri ise Şekil 2b'de yer almaktadır.




(a) (b)

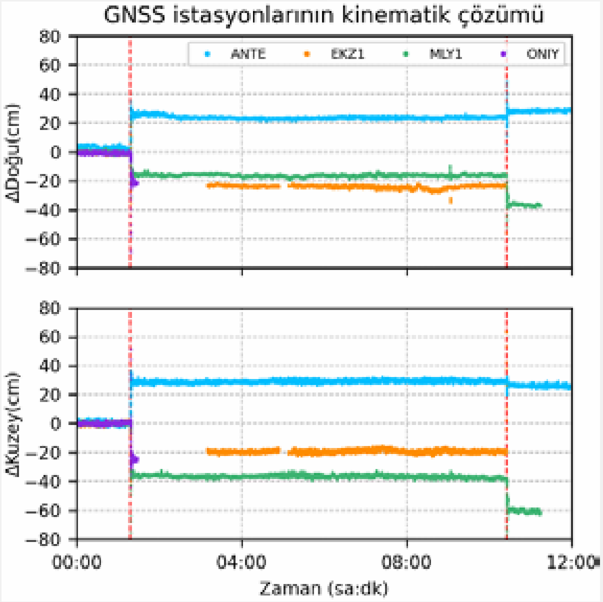
***Şekil 2.*** *Sırasıyla Mw 7.7 (a) ve 7.6 (b) şiddetindeki depremler sonrası GNSS istasyonlarında oluşan yatay deformasyonlar (Not: İki ayrı şeklin vektör ölçekleri farklıdır).*

GNSS verilerinin statik değerlendirmeleri sonucunda aşağıdaki öncül bulgular elde edilmiştir.

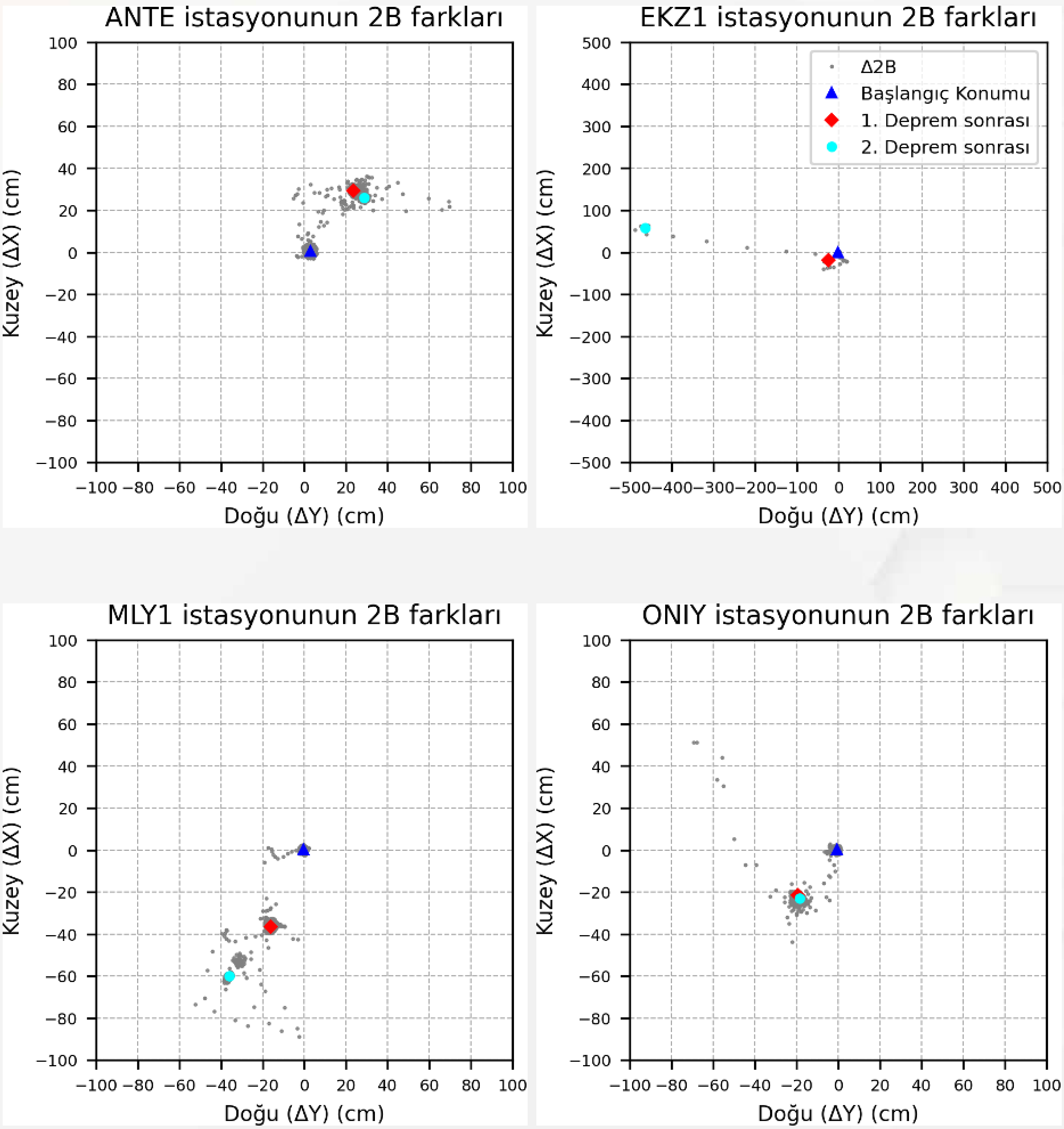
- Depremler sonucu elde edilen maksimum yatay deformasyon Mw 7.6 şiddetindeki 2. deprem üssüne yaklaşık 6 km uzaklıkta bulunan EKZ1 istasyonunda 4.7 metre olarak gözlenmiştir (Şekil 2.b).
- Mw 7.7 şiddetindeki ilk deprem sonucunda, Arap Levhası üzerinde (DAF'ın doğusunda) konumlanmış olan ANTE istasyonunda 38.8 cm kuzeydoğu yönünde bir hareket söz konusuyken, Anadolu Levhası üzerinde (DAF'ın batısında) konumlanmış olan EKZ1, MLY1 ve ONIY GNSS istasyonlarında sırasıyla 30.5 cm, 39.9 cm ve 28.8 cm güneybatı yönünde hareketler gözlenmiştir.
- Mw 7.6 şiddetindeki ikinci deprem sonucunda ise Doğu Anadolu Fay hattının Kuzey batısında yer alan EKZ1 ve MLY1 istasyonlarında sırasıyla 4.5 m batı ve 31 cm güneybatı yönünde yer değiştirme gözlenmiştir. ANTE ve ONIY GNSS istasyonlarında ise sırasıyla 5.9 cm güneydoğu yönünde ve 1.8 cm güneybatı yönünde yer değiştirmeler söz konusudur. ANTE ve ONIY istasyonları 2. deprem üssüne en uzak istasyonlardır.
- Ayrıca, ilk deprem sonrası ONIY istasyonunda 10 cm ve ikinci deprem sonrası ise EKZ1 istasyonunda 15 cm çökme oluşmuştur.

Depremlerden önceki istasyon konumlarına göre, her iki deprem sonucundaki son konumlar dikkate alındığında, en büyük yatay yer değiştirme 4.7 m ile EKZ1 istasyonuna aittir. Diğer istasyonlardaki yatay yer değiştirme değerleri ise sırasıyla, MLY1 69.9 cm, ANTE 39.6 cm ve ONIY 29.2 cm olarak elde edilmiştir.

İlgili istasyonlardan elde edilen gözlem verileri, statik değerlendirmeye ek olarak kinematik GNSS Hassas Nokta Konumlama yöntemi ile de değerlendirilmiştir. Böylelikle istasyonların, Doğu ve Kuzey bileşenlerindeki zamana bağlı olarak gerçekleşen değişimleri elde edilmiş ve Şekil 4'te verilmiştir. İstasyonlara ait zamana bağlı yatay konum (2B) değişimleri ise Şekil 5'te ayrıca verilmektedir. Şekil 5'te yer alan iki boyutlu konum değişim grafiklerindeki gri renkli küçük noktalar her bir saniyede istasyonun değişen yatay konumunu, mavi nokta istasyonun deprem öncesi ortalama konumunu, kırmızı nokta istasyonun birinci deprem sonrası konumunu ve açık-mavi rengindeki nokta ise istasyonun ikinci deprem sonrasındaki konumunu göstermektedir.




***Şekil 4.*** *GNSS istasyonlarının Doğu ve Kuzey bileşenlerinin zaman serisi.*




***Şekil 5.*** *GNSS istasyonlarının zamana bağlı yatay (2B) konum değişimleri (Not: EKZ1 istasyonu için yapılan çizimde ölçek farklıdır (çizim -500,+500 cm aralığındadır)).*

GNSS verilerinin kinematik değerlendirmeleri sonucunda aşağıdaki öncül bulgular elde edilmiştir.

• Kinematik değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar genel olarak statik değerlendirme sonuçlarını desteklemektedir.

• İkinci deprem sonrasında en fazla hareketin gözlendiği EKZ1 istasyonunda 6 saniye içerisinde maksimum deformasyon değerinin gözlendiği saptanmıştır.

• ANTE istasyonu deprem öncesi konumuna göre Batı-Doğu yönünde -10, +70 cm aralığında; Güney-Kuzey yönünde ise 0, +40 cm aralığında hareket etmiştir.

• MLY1 istasyonu deprem öncesi konumuna göre Batı-Doğu yönünde -55, +3 cm aralığında; Güney-Kuzey yönünde ise -90, +3 cm aralığında hareket etmiştir.

• MLY1 istasyonu hem birinci deprem hem de ikinci deprem sonrası güneybatıya hareket etmiştir.

• ONIY istasyonunda, ana hareket güneybatı yönünde 30 cm olmasına rağmen ilk depremin etkisiyle bu nokta kuzeybatı yönünde 80 santimetrelik bir ilk hareket yapmıştır.

***Kaynaklar***

*TUSAGA-Aktif, 2020a, https://www.tusaga-aktif.gov.tr/Web/DepremVerileri.aspx*

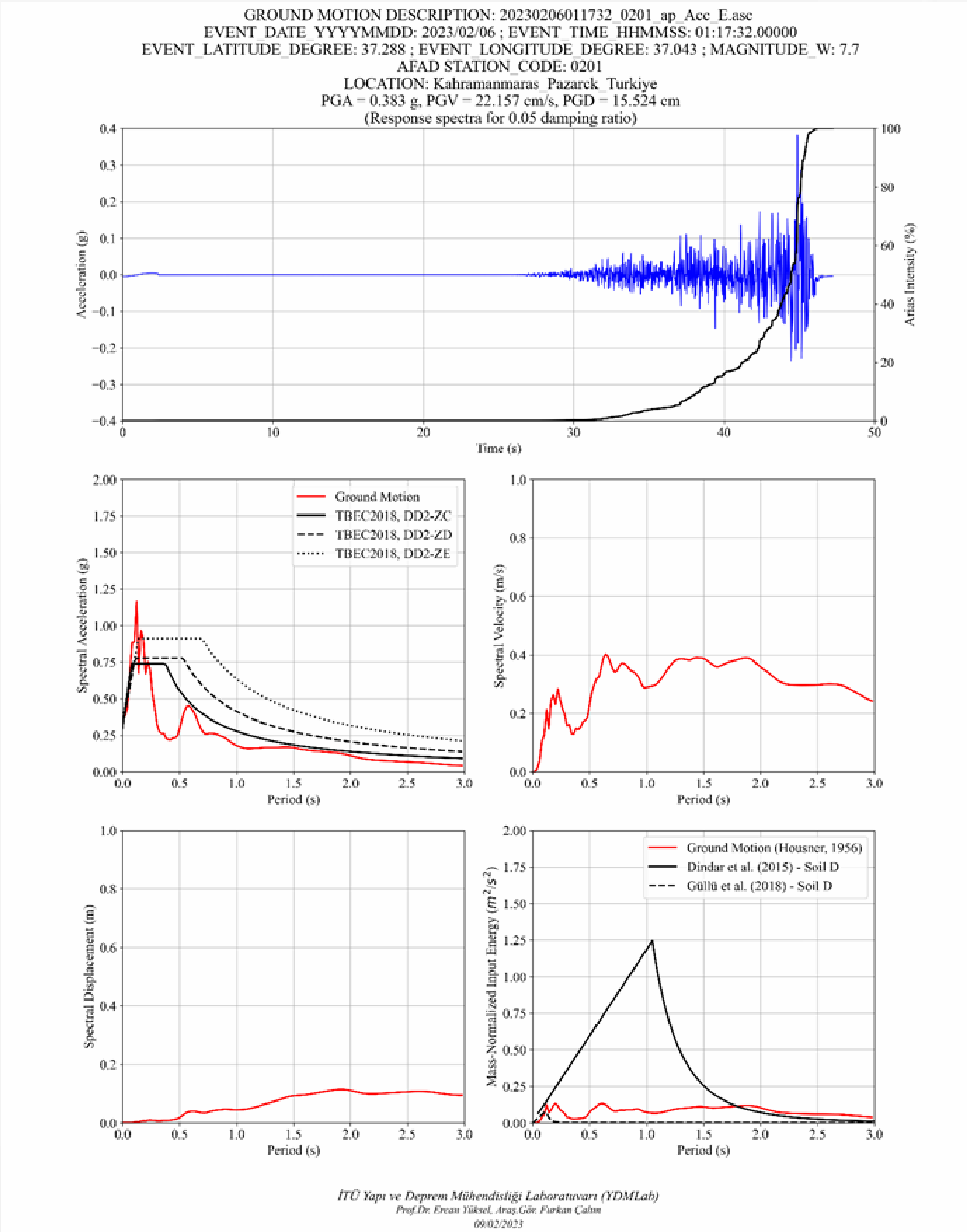
*TUSAGA-Aktif, 2020b, https://www.tusaga-aktif.gov.tr/Web/IstasyonKonumBilgileri.pdf*

# 2. Kuvvetli Yer Hareketlerinin Değerlendirilmesi

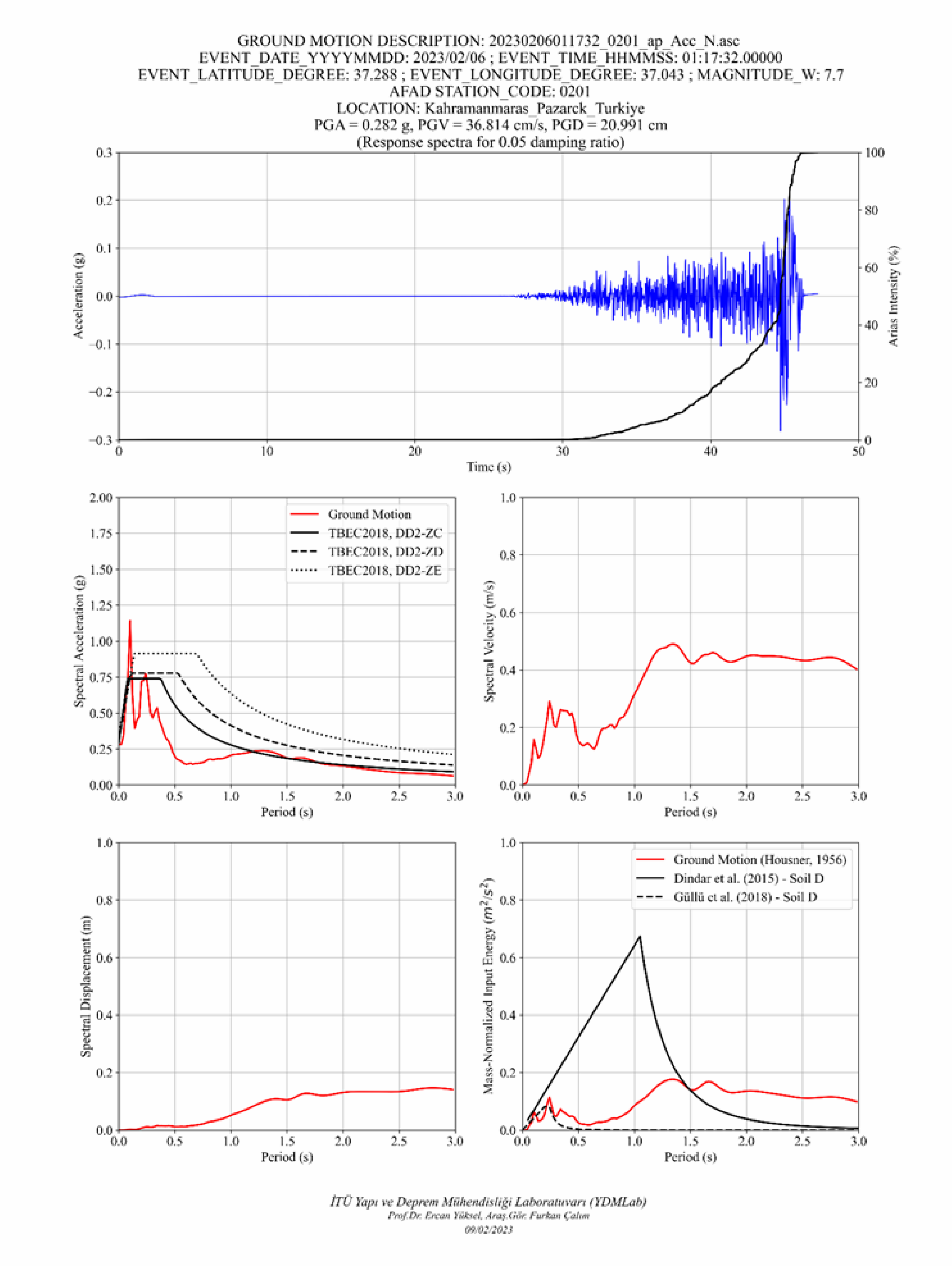
## 2.1. Giriş

https://tadas.afad.gov.tr/ sitesinden 9 Şubat 2023 tarihinde indirilen ivme kayıtlarının değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Deprem ivme kaydı, Arias Şiddeti, elastik spektral ivme, hız ve yerdeğiştirme büyüklükleri ile kütleye göre normalize edilmiş giriş enerjisi ve model karşılaştırmaları farklı istasyonlar için aşağıda verilmiştir.

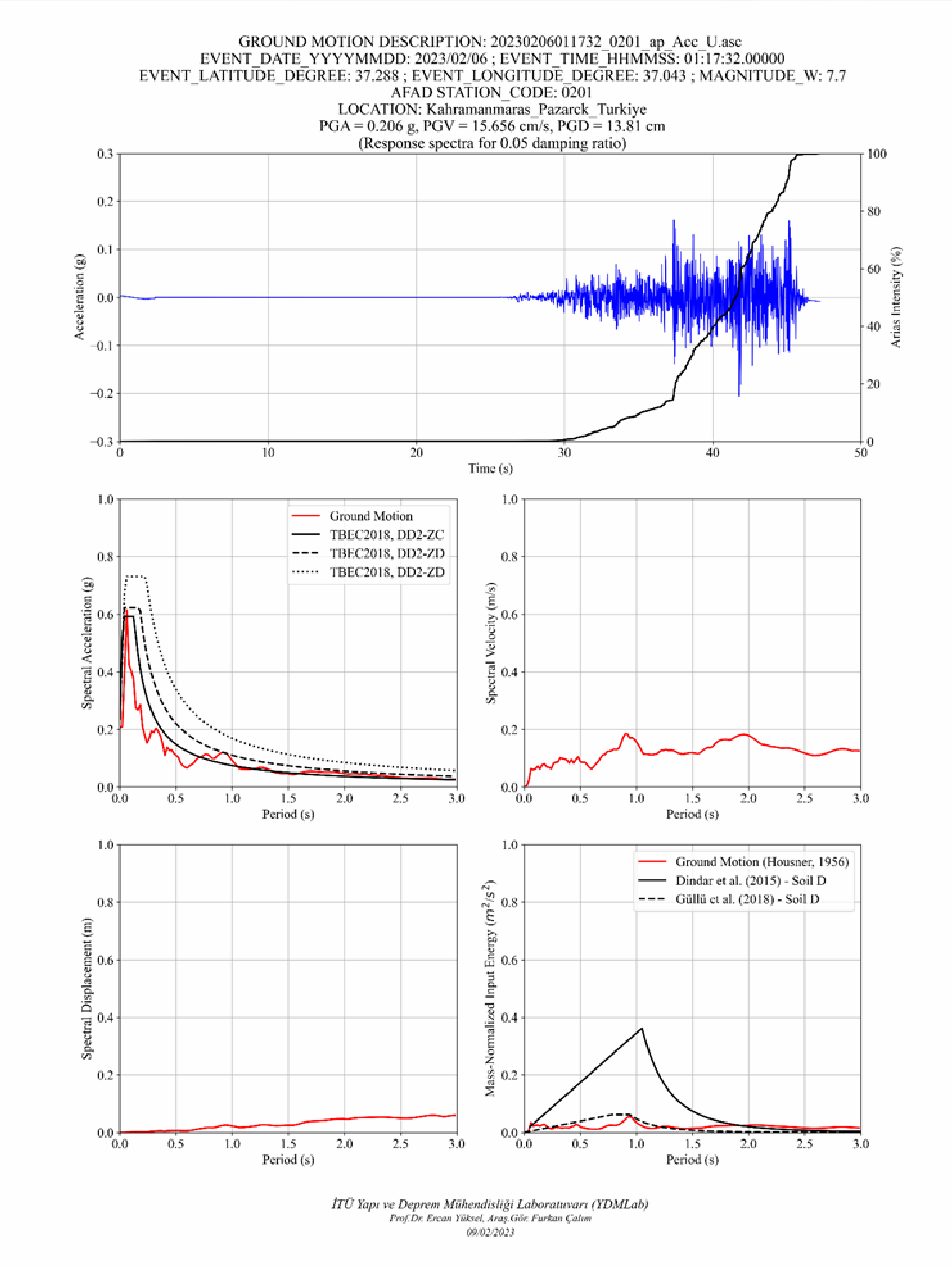
## 2.2. Adıyaman 0201 No'lu İstasyon




***Şekil 2.1.*** *0201 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Doğu-Batı bileşeni.*

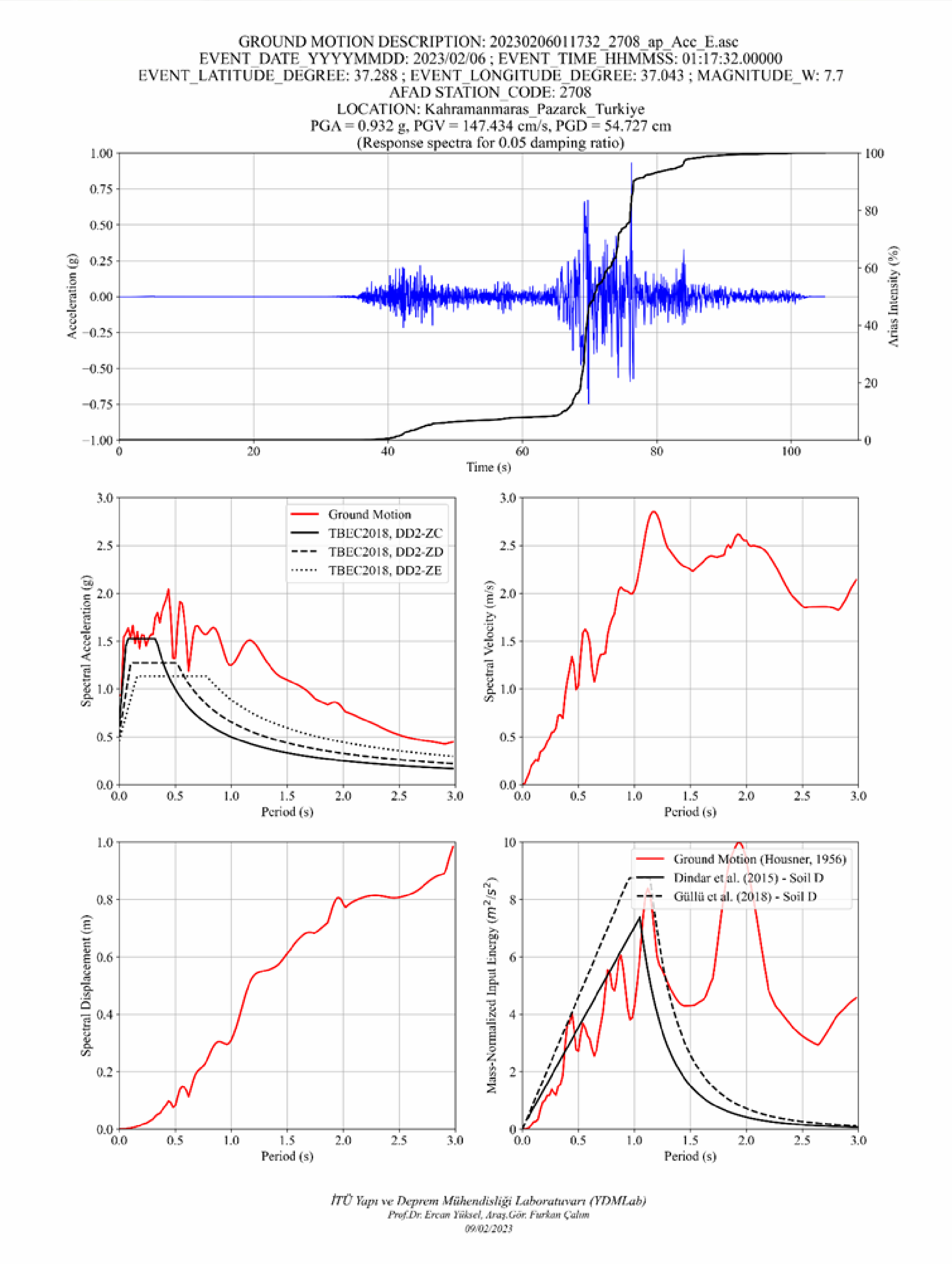



***Şekil 2.2.*** *0201 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Kuzey-Güney bileşeni.*

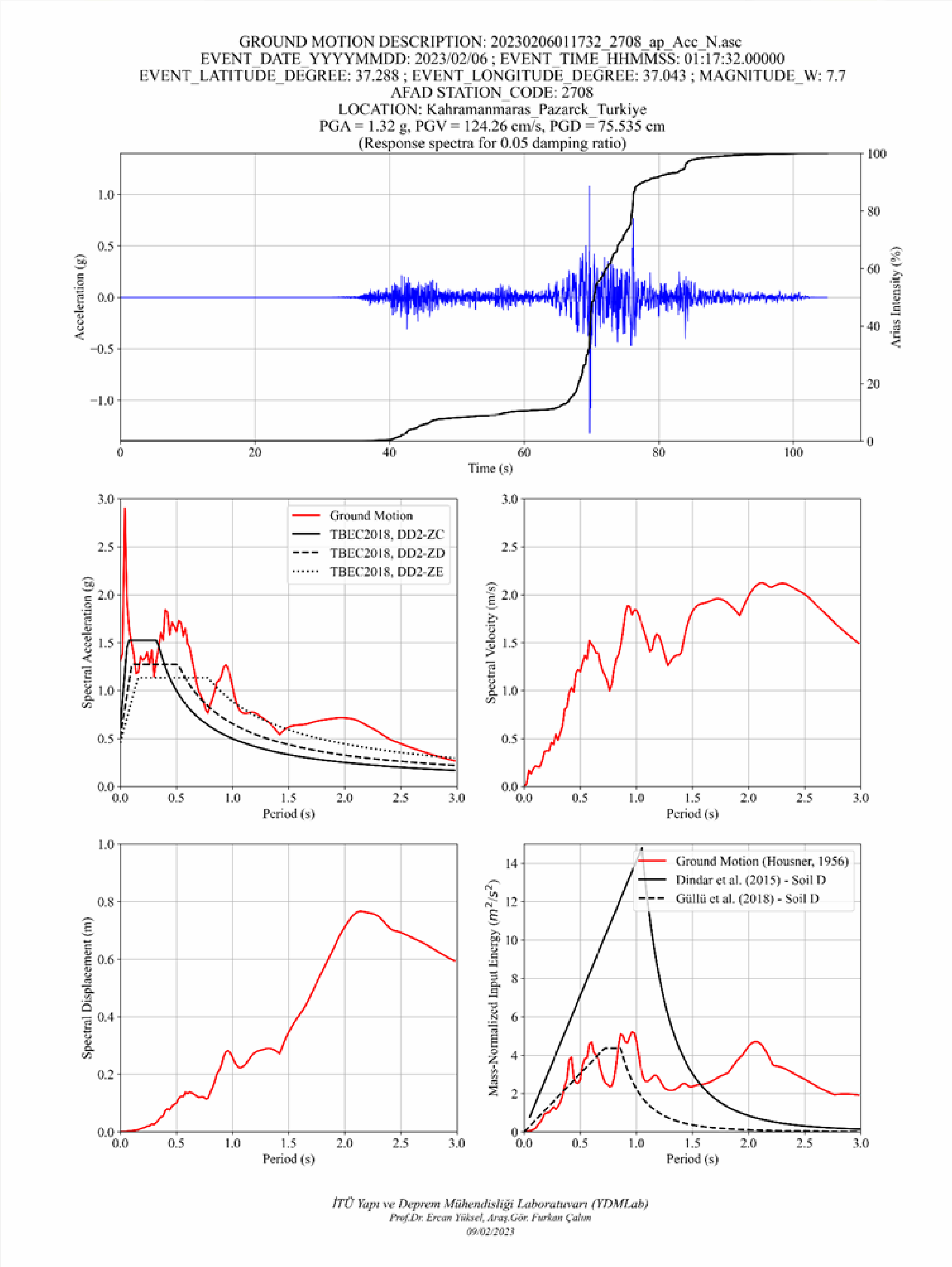



***Şekil 2.3.*** *0201 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Düşey bileşen*

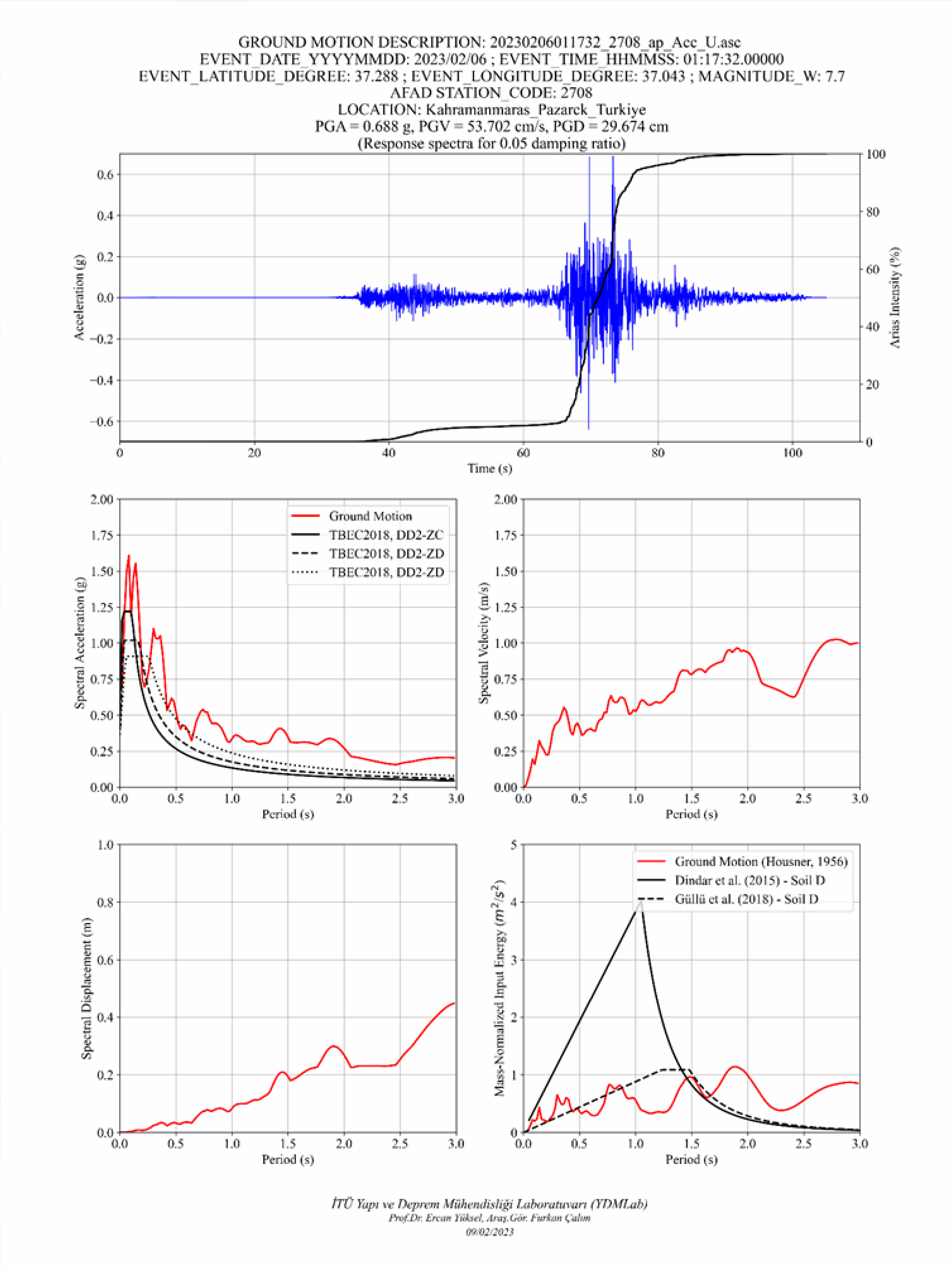
## 2.3. Gaziantep 2708 No'lu İstasyon




***Şekil 2.4.*** *2708 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Doğu-Batı bileşeni.*

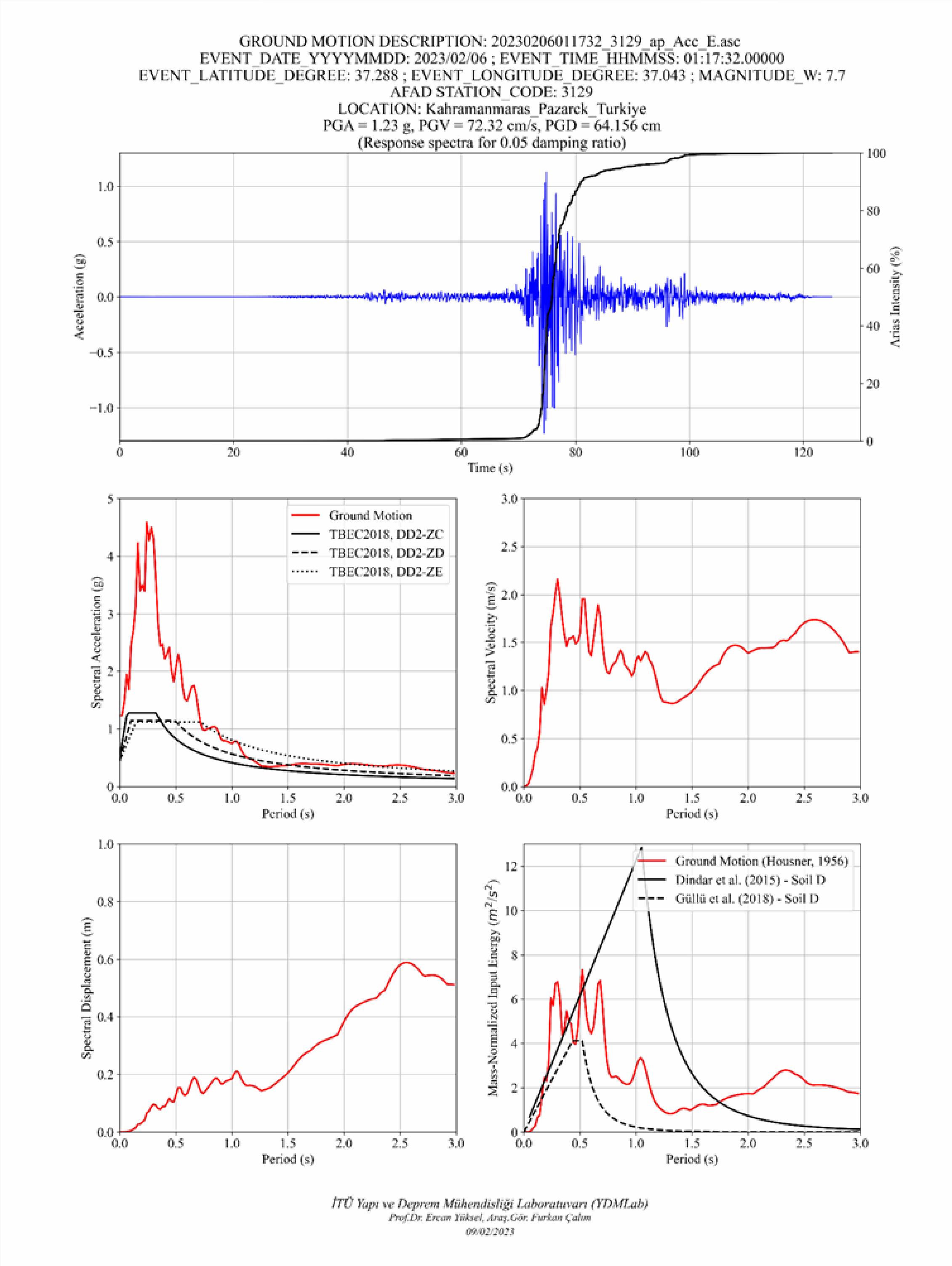



***Şekil 2.5.*** *2708 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Kuzey-Güney bileşeni.*

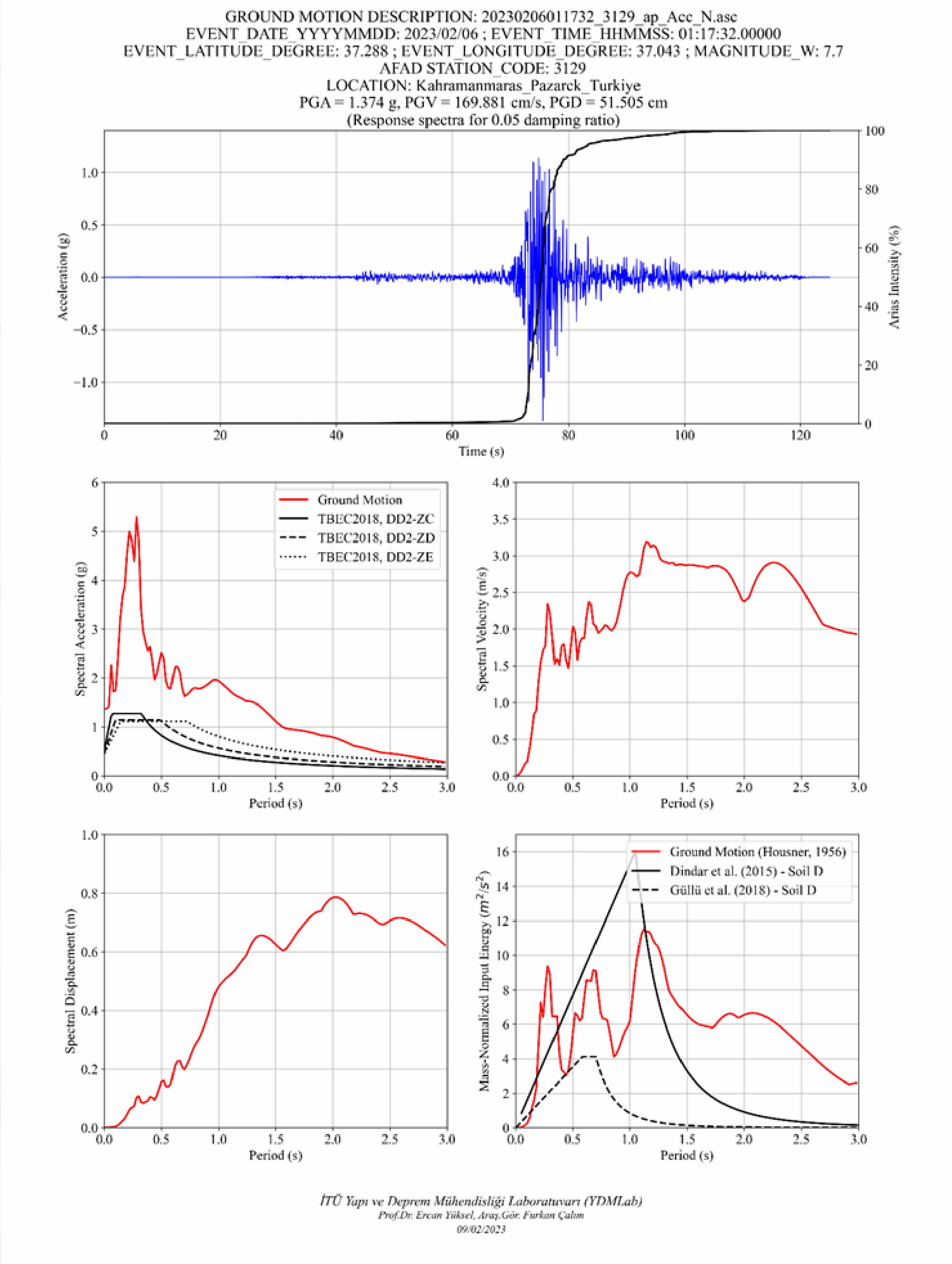



***Şekil 2.6.*** *2708 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Düşey bileşen.*

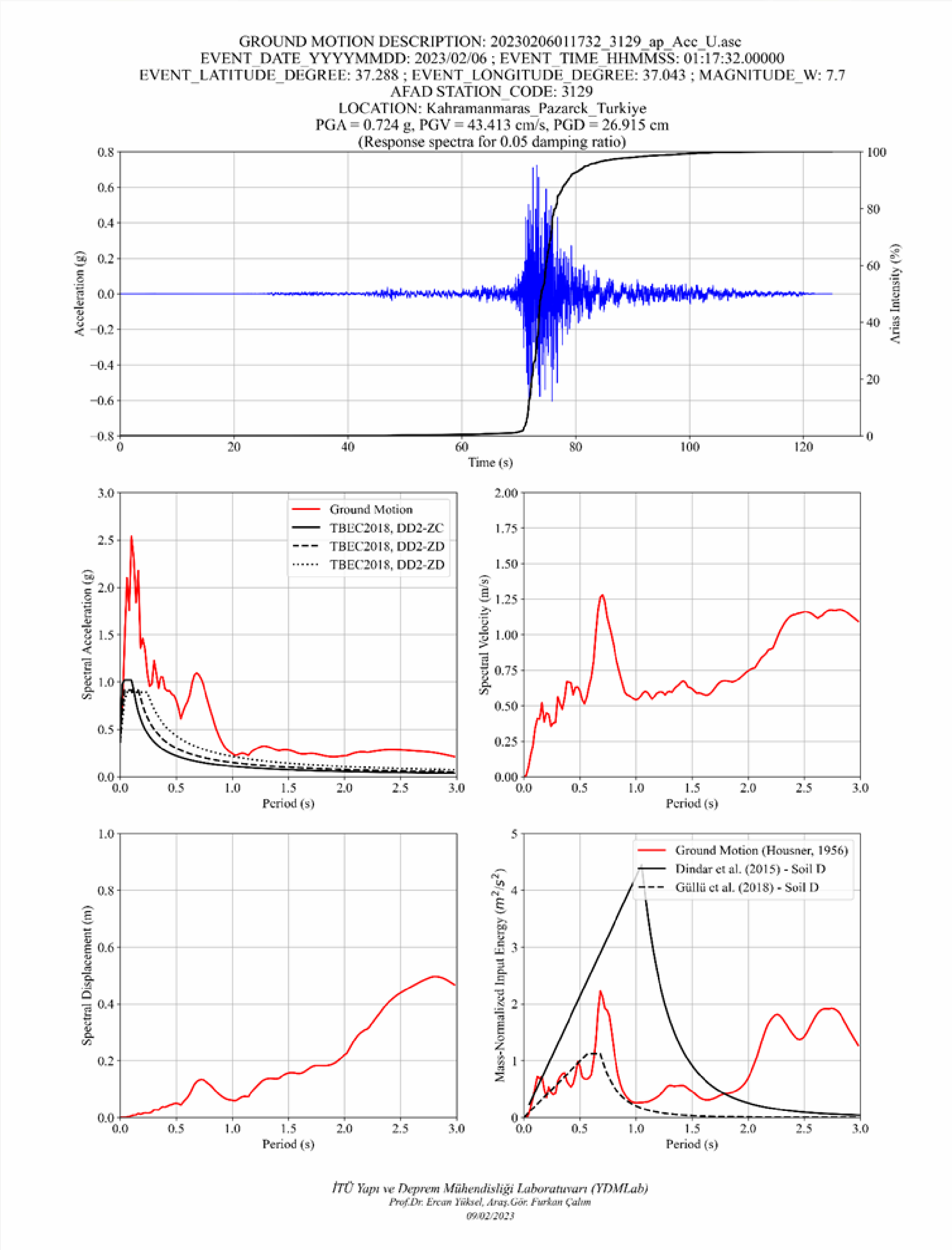
## 2.4. Hatay 3129 No'lu İstasyon




***Şekil 2.7.*** *3129 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Doğu-Batı bileşeni.*

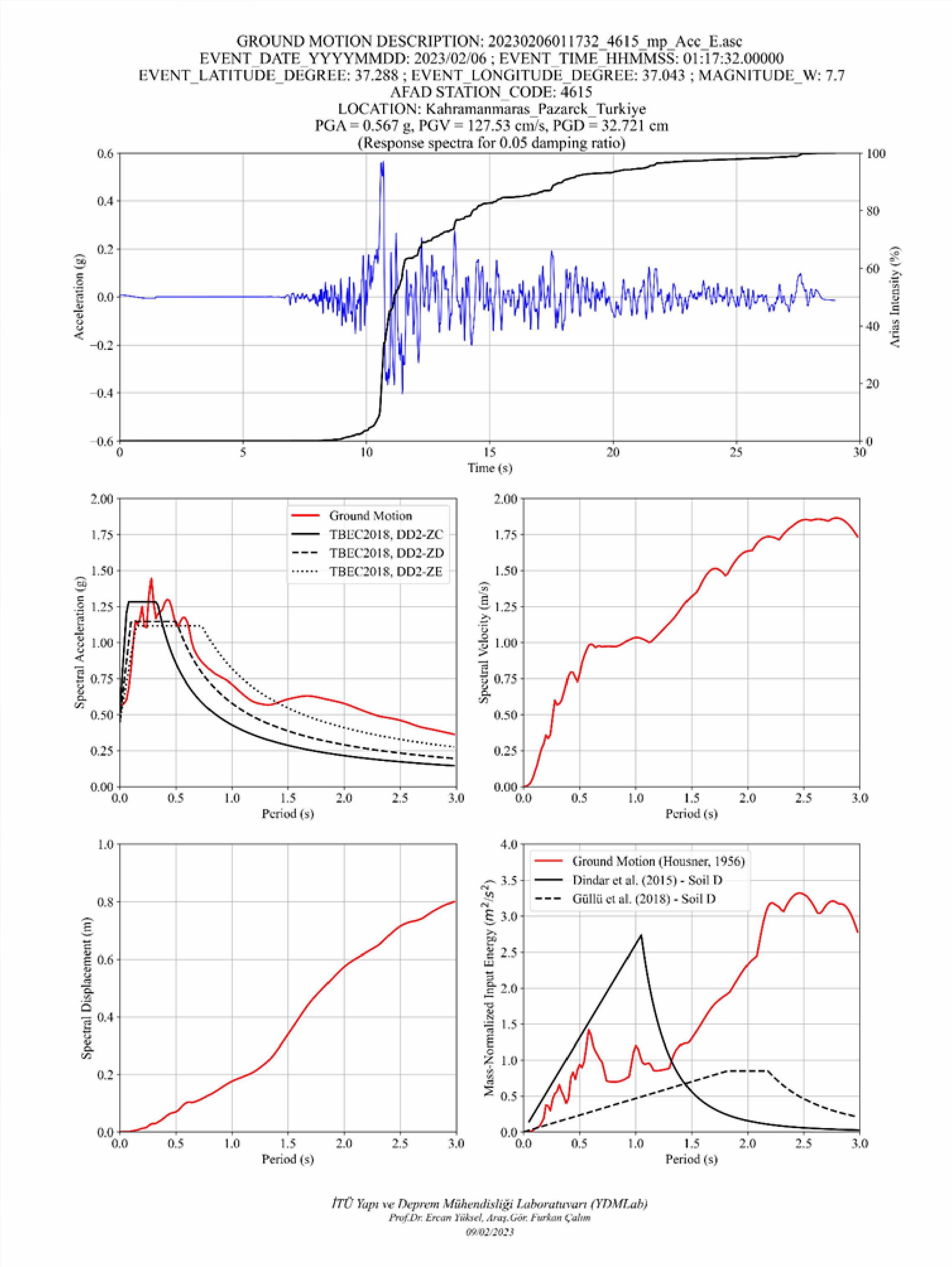



***Şekil 2.8.*** *3129 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Kuzey-Güney bileşeni.*

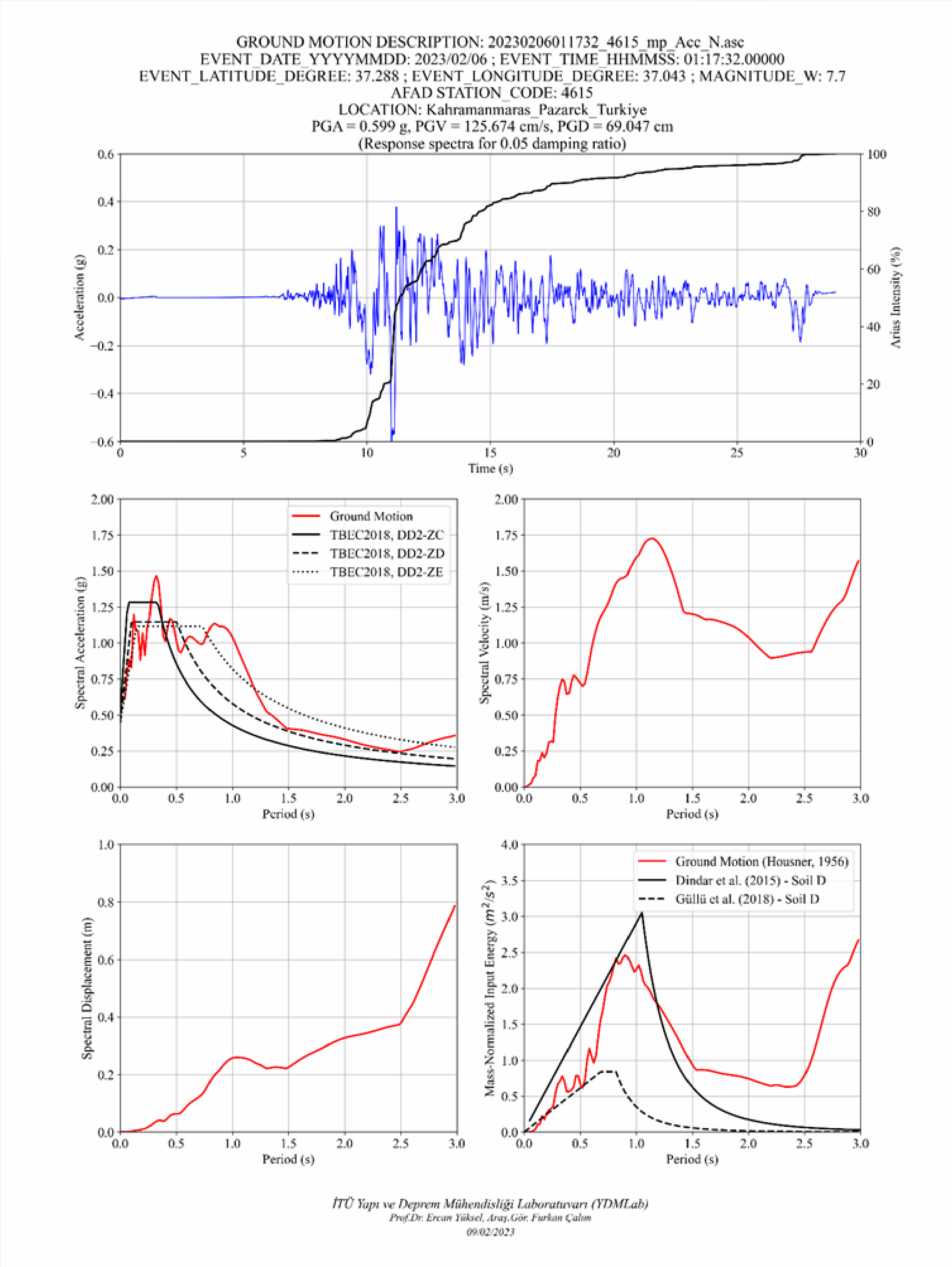



***Şekil 2.9.*** *3129 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Düşey bileşen.*

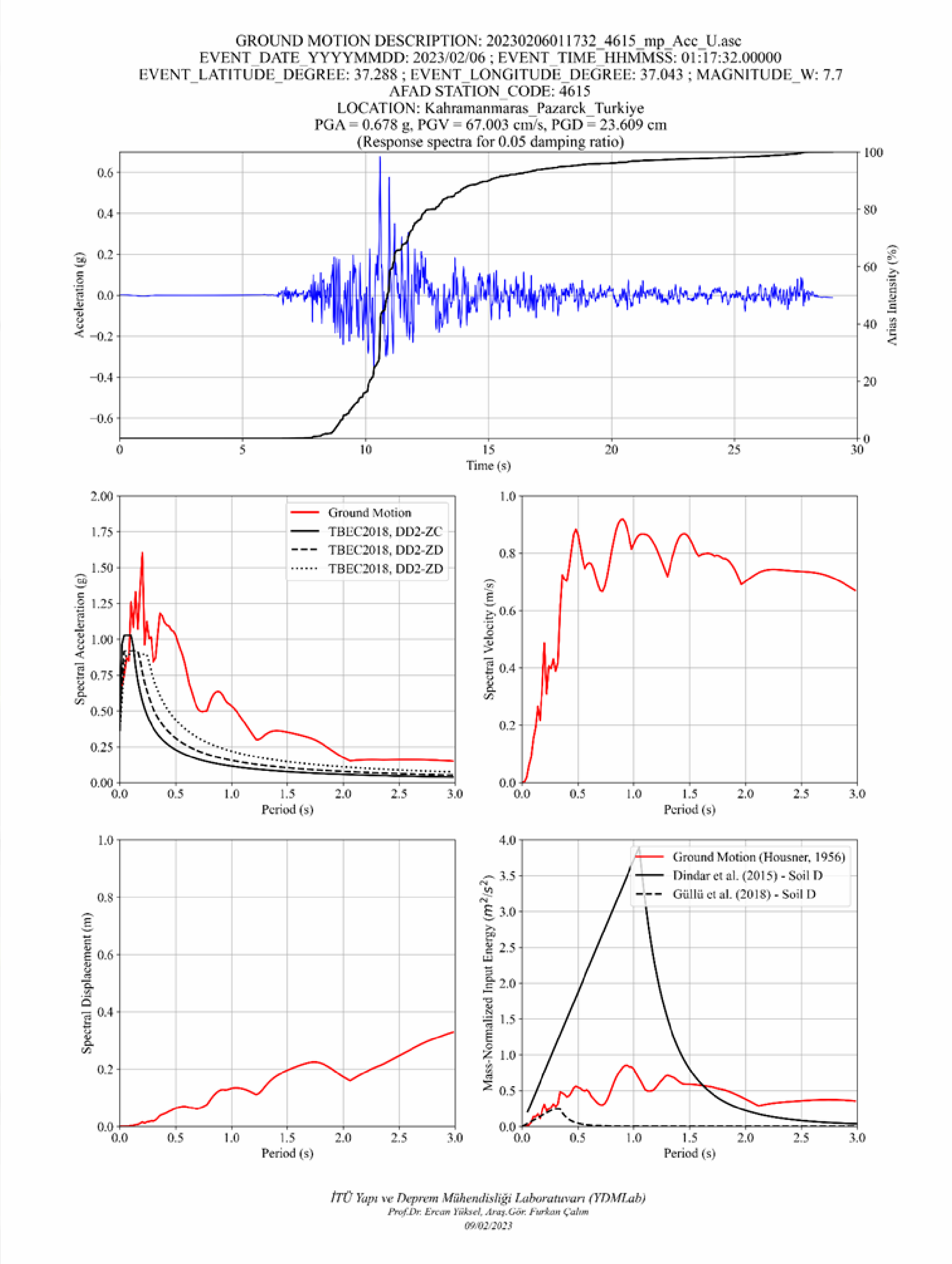
## 2.5. Kahramanmaraş 4615 No’lu İstasyon




***Şekil 2.10.*** *4615 No’lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Doğu-Batı bileşeni.*



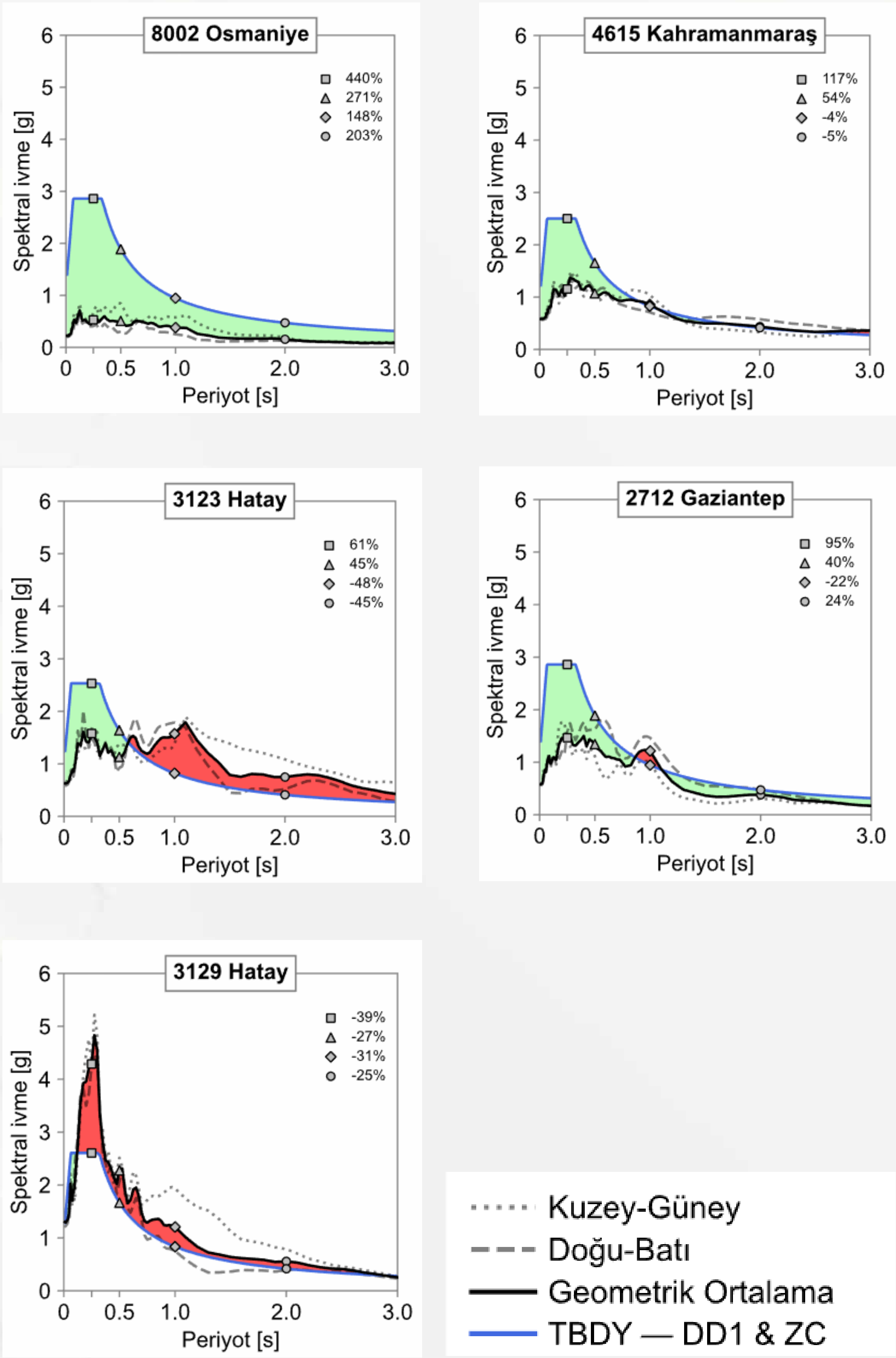

***Şekil 2.11.*** *4615 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Kuzey-Güney bileşeni.*




***Şekil 2.12.*** *4615 No'lu İstasyon verilerinin incelenmesi: Düşey bileşen.*

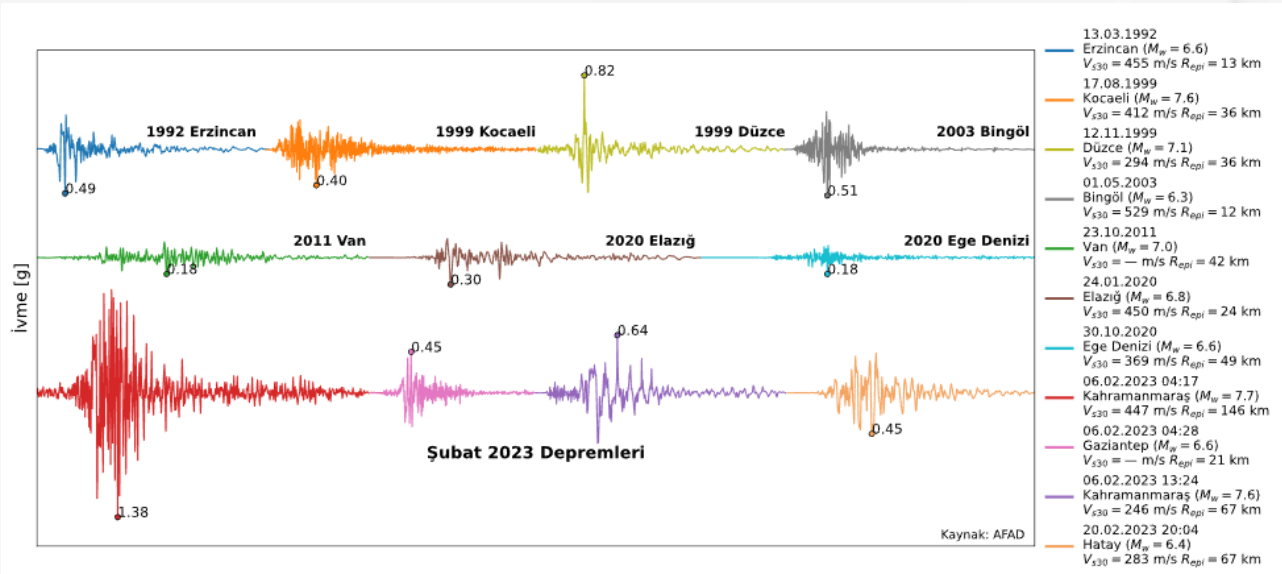
## 2.6. Kuvvetli Yer Hareketlerinin 50 Yılda Aşılma Olasılığı %2 olan Deprem Tasarım İvme Spektrumu ile Karşılaştırması

AFAD Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem Ağı'ndan 27 Şubat 2023 tarihinde 3129, 3123, 2712, 4615, 8002 nolu istasyonlardan ivme kayıtları elde edilmiştir. Seçilen istasyonlar, ilgili illerde görülen en büyük yer ivmelerinin (PGA) kaydedildiği istasyonlardandır. Bu istasyonlardaki Vs30 değerleri Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde (2018) ZC zemin sınıfına karşılık gelmektedir. 2712 nolu istasyon için Vs30 bilgisi bulunmadığından bu istasyona ait zemin sınıfının diğer istasyonlar ile aynı olduğu kabul edilmiştir. İlgili istasyonlardan her iki doğrultuda (K-G, D-B) alınan ivme kayıtlarından %5 sönüm oranına sahip tepki spektrumları elde edilmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde (2018) 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi (DD-1) durumunda, ZC zemin sınıfı için tanımlanan yatay elastik tasarım ivme spektrumları, tepki spektrumlarının geometrik ortalaması ile karşılaştırılmış ve Şekil 2.13'te sunulmuştur. Şekilde, belirli periyotlar (0.25 s, 0.5 s, 1.0 s ve 2.0 s) için yatay elastik tasarım ivme spektrumu ile tepki spektrumlarının geometrik ortalaması arasındaki fark da belirtilmiştir. Şekilden, 3129 No'lu Hatay İstasyonu ivme kayıtları dikkate alınarak oluşturulan tepki spektrumlarının geometrik ortalamasının yatay elastik tasarım ivme spektrumunun önemli oranda üzerinde kaldığı (0.25 s için %39, 0.5 s için %27, 1.0 s için %31, 2.0 s için %25 fazla olduğu), diğer iller için ise farkın daha az olduğu görülmektedir.

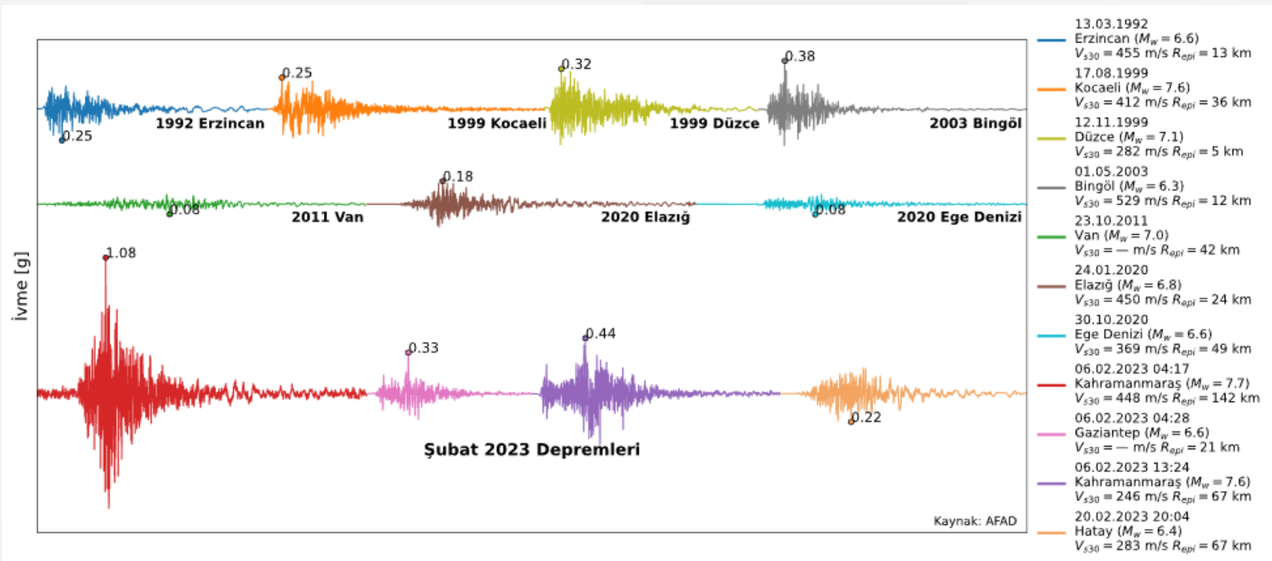



***Şekil 2.13.*** *DD-1 deprem yer hareketi düzeyinde, ZC zemin sınıfı için tanımlanan yatay elastik tasarım spektrumlarının, %5 sönüm oranına sahip tepki spektrumlarının geometrik ortalaması ile karşılaştırılması*

6 Şubat 2023 tarihinde 04:17'de merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 olan, 04:28'de merkez üssü Nurdağı (Gaziantep) Mw 6.6 olan, 13:24'de merkez üssü Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 olan ve 20 Şubat 2023 tarihinde 20:04'de merkez üssü Defne (Hatay) Mw 6.4 olan depremler ile 1990 yılından bugüne kadar ülkemizde meydana gelen bazı depremlerin yatay yer ivme-zaman ilişkileri Şekil 2.14'te, düşey yer ivme-zaman ilişkileri ise Şekil 2.15'te sunulmuştur. Şekillerden, Şubat 2023'de meydana gelen depremlerin en büyük yer ivme değerlerinin 1990'dan bugüne kadar meydana gelen başlıca depremlerin en büyük yer ivme değerlerinden önemli oranda büyük olduğu (Örneğin: 2023 Kahramanmaraş Depreminin en büyük yatay ve düşey yer ivme değerlerinin 1999 Kocaeli Depreminin en büyük yatay ve düşey yer ivme değerlerinden sırasıyla 3.5 ve 4.3 kat fazla olduğu) görülmektedir.




***Şekil 2.14.*** *1990'dan bu yana Türkiye'de yaşanan başlıca depremlerin yatay yer ivme kayıtlarının karşılaştırılması*



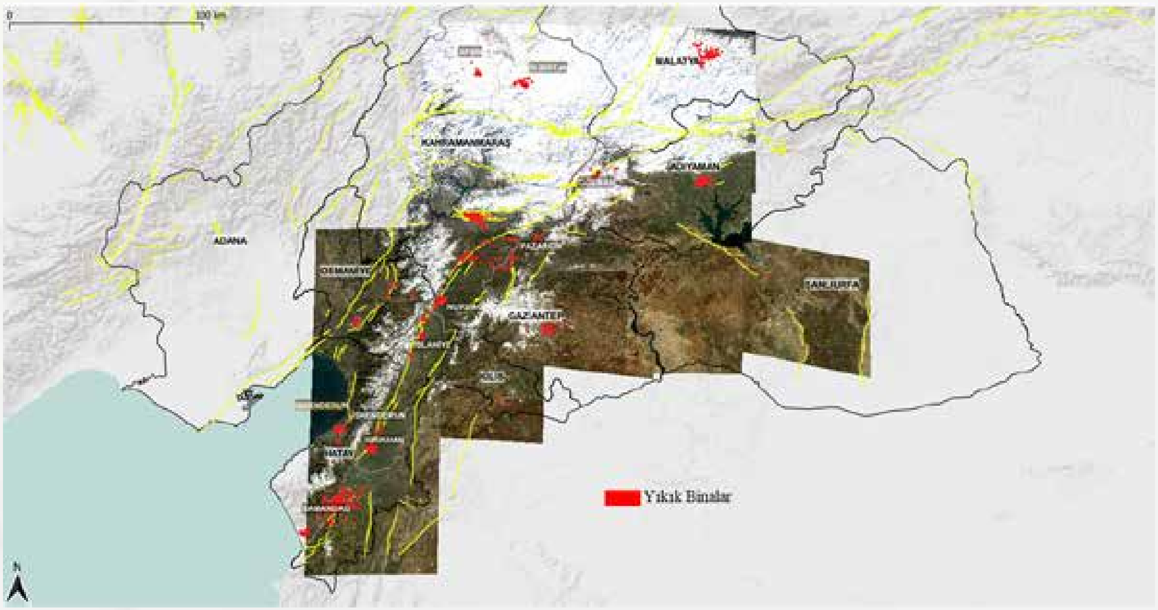

***Şekil 2.15.*** *1990'dan bu yana Türkiye'de yaşanan başlıca depremlerin düşey yer ivme kayıtlarının karşılaştırılması*

# 3. Yapısal Hasarların Değerlendirilmesi

Prof. Dr. Abdul Hayır, Prof. Dr. Hasan Yıldırım, Prof. Dr. Engin Orakdöğen, Prof. Dr. Ercan Yüksel, Prof. Dr. Kadir Güler, Prof. Dr. Mustafa Gençoğlu, Prof. Dr. Mustafa Yanalak, Prof. Dr. Nebiye Musaoğlu, Prof. Dr. Selçuk Paker, Prof. Dr. Turgut Öztürk, Doç. Dr. Ufuk Yazgan, Doç. Dr. Barlas Özden Çağlayan, Doç. Dr. Beyza Taşkın, Dr. Öğr. Üyesi Fatih Sütçü, Dr. Öğr. Üyesi Pınar Özdemir Çağlayan, Prof. Dr. Konuralp Girgin, Prof. Dr. Kutlu Darılmaz, Prof. Dr. Hakan Nuri Atahan, Prof. Dr. Yasin Fahjan, Doç. Dr. Ufuk Yazgan, Doç. Dr. Cüneyt Vatansever, Dr. Öğr. Üyesi Ünal Anıl Doğan, Dr. Öğr. Üyesi Özgür Ekincioğlu, Dr. Öğr. Üyesi Ülkü Hülya Çalık Karaköse, Araş. Gör. Dr. Yıldır Akkaya, Araş. Gör. Dr. Yavuz Durgun, Öğr. Gör. Dr. Bahattin Kimençe, Öğr. Gör. Dr. Haluk Emre Alçiçek, Araş. Gör. Mehmet Ali Toprak, Araş. Gör. Ramazan Özgür İridere, Araş. Gör. Mustafa Mert Eyüpgiller, Araş. Gör. Selin Yardımcı, Araş. Gör. Lütfü İhsan Akpunar

### 3.1. Uzaktan Algılama Verileri İle Kahramanmaraş Depremleri Değerlendirmesi (İTÜ UHUZAM)

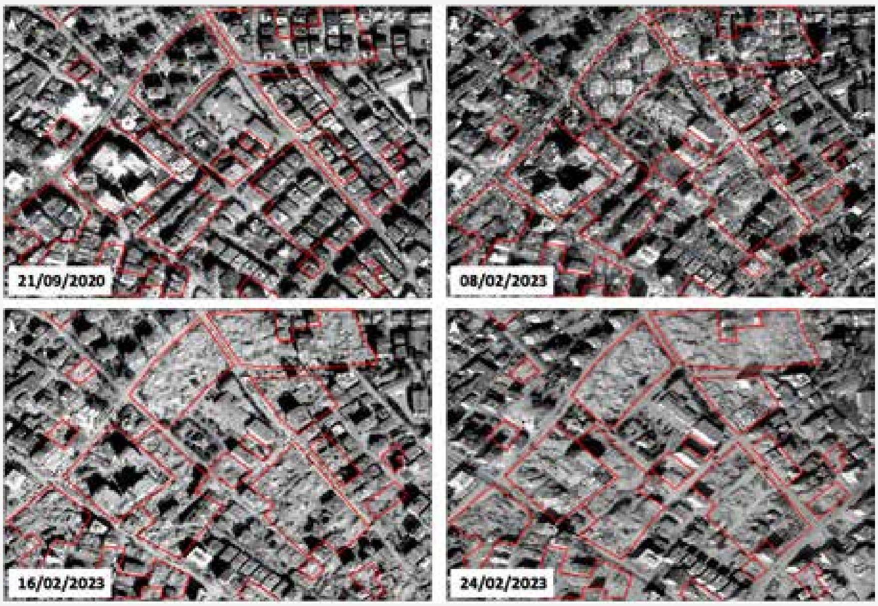
İTÜ UHUZAM tarafından 6.2.2023 tarihinde meydana gelen ilk depremden sonra yüksek mekansal çözünürlüklü uydu görüntüleri temin edilerek görüntüler üzerinden yıkılan binalar tespit edilmiş hem görüntüler hem de  yıkık bina verileri ilgili kurum ve kuruluşlarla paylaşılmıştır. 1.3.2023 tarihi itibarı ile depremden etkilenen illeri kapsayacak şekilde İTÜ UHUZAM tarafından 1.5 m mekansal çözünürlüklü SPOT 6/7 ve yıkımın yoğun olduğu yerleşim alanlarını kapsayacak şekilde 50 cm mekansal çözünürlüklü Pleiades uydusu görüntüleri alınmıştır. Şekil 1'de SPOT 6/7 uydularından sağlanan görüntüler gösterilmektedir.



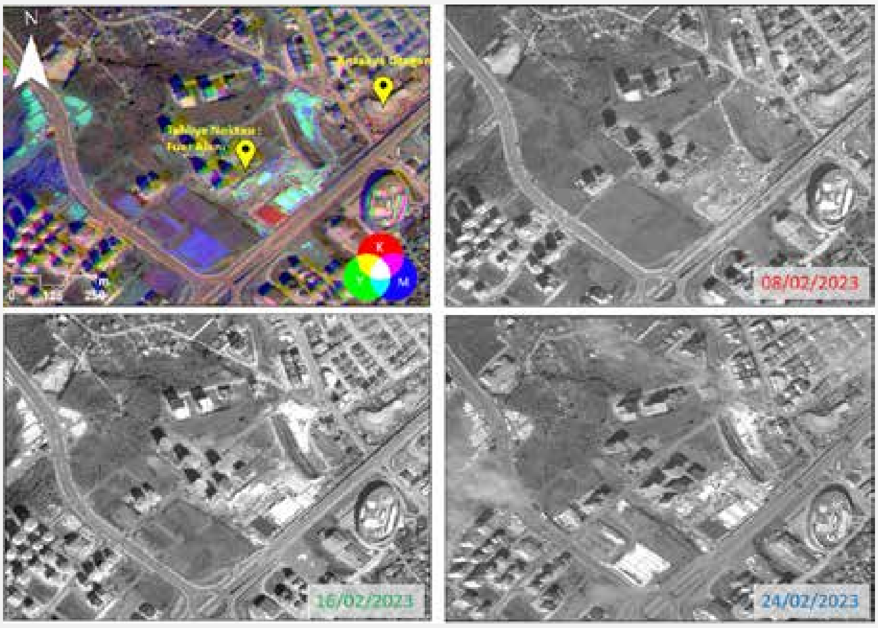

***Şekil 3.1.*** *İTÜ-UHUZAM Deprem Sonrası SPOT6/7 Görüntüleri*

Şekil 1’de özellikle kuzeyde geniş alanların kar örtüsü ile kaplı olduğu görülmektedir. Bölgenin karla kaplı olması yerleşim alanlarında yıkılan binaların zaman zaman belirlenmesini zorlaştırsa da yüzey morfolojisinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesinde avantaj da sağlamıştır.

Uydu görüntüleri mevcut durumun analizinin yanı sıra Şekil 3.2’de görüldüğü gibi afet sonrası çalışmaların izlenmesinde ya da arazideki değişimlerin belirlenmesinde de önemli bilgiler sağlamaktadır. Şekil 3 (a)’da 8.2.2023 tarihli görüntüde binalar enkaz halinde iken 16.2.2023 tarihinde enkazların kaldırılmaya başladığı, 24.2.2023 tarihinde ise bazı bölümlerde enkazların tamamen taşındığı görülmektedir.



(a)



(b)

Şekil 3.2. Deprem öncesi (21.09.2023), depremden hemen sonra (8.2.2023), enkaz kaldırma çalışmaları devam ederken (16.2.2023) Pleiades ve  24.2.2023 tarihli Worldview-1 uydu görüntüsü

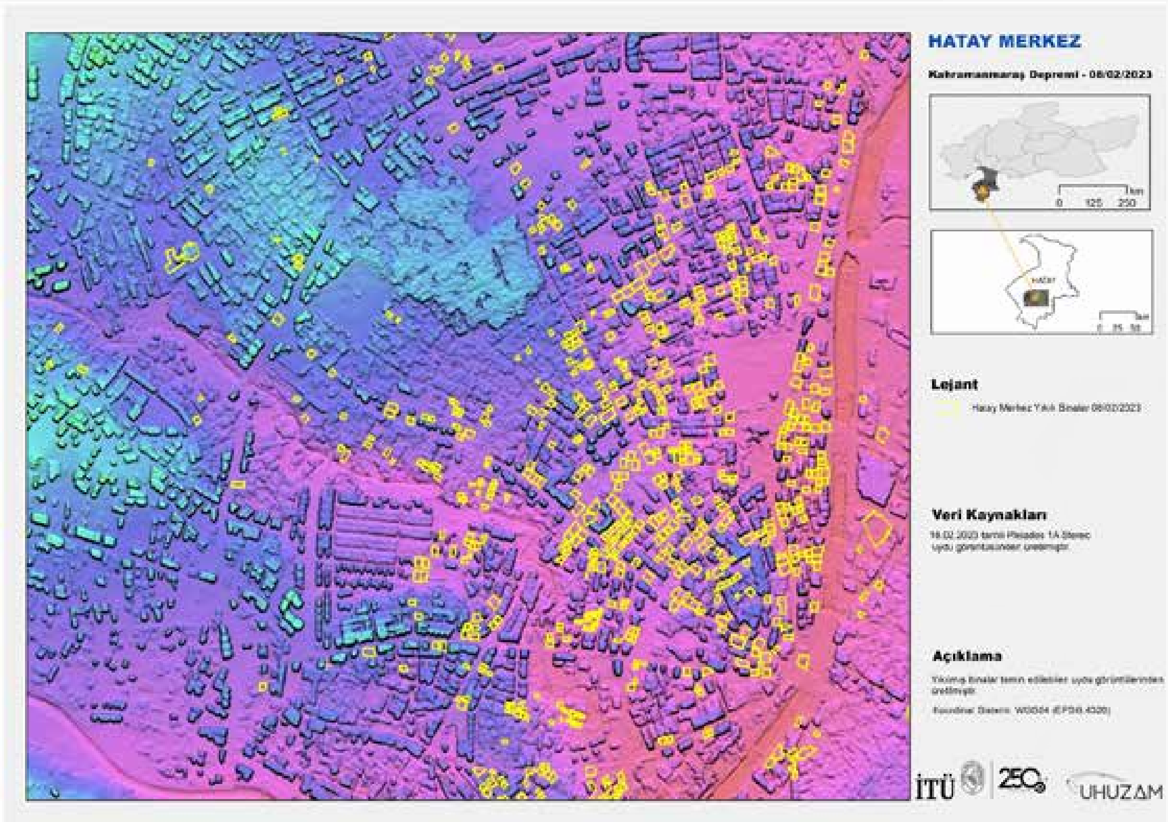
Şekil 3 (b)'de 8.2.2023, 16.2.2023 ve 24.2.2023 tarihli pankromatik görüntüler sırasıyla kırmızı, yeşil ve mavi bantlara yerleştirilerek oluşturulan, değişimleri gösteren renkli kombinasyon sunulmaktadır. Görüntülerden Antakya'da kurulan deprem çadırlarının artışı görülmektedir. 8.2.2023 tarihli görüntüde fuar alanında çadır kurulma hazırlıkları devam ederken, 16.2.2023'de çadırların kurulduğu, 24.2.2023'de de çadır kurulan alanların daha da arttığı görülmektedir. Aynı zamanda Antakya Otogarı'ndaki hareketlilik de görüntülerden ayırt edilebilmektedir.

Uzaktan algılama verilerinin depremden hemen sonra temin edilmiş olması arazide meydana gelen değişimlerin belirlenmesinde önemlidir. Şekil 3'de Islahiye'de deprem sonrası yüzeyde meydana gelen değişimi çizgisel olarak izlemek mümkündür.



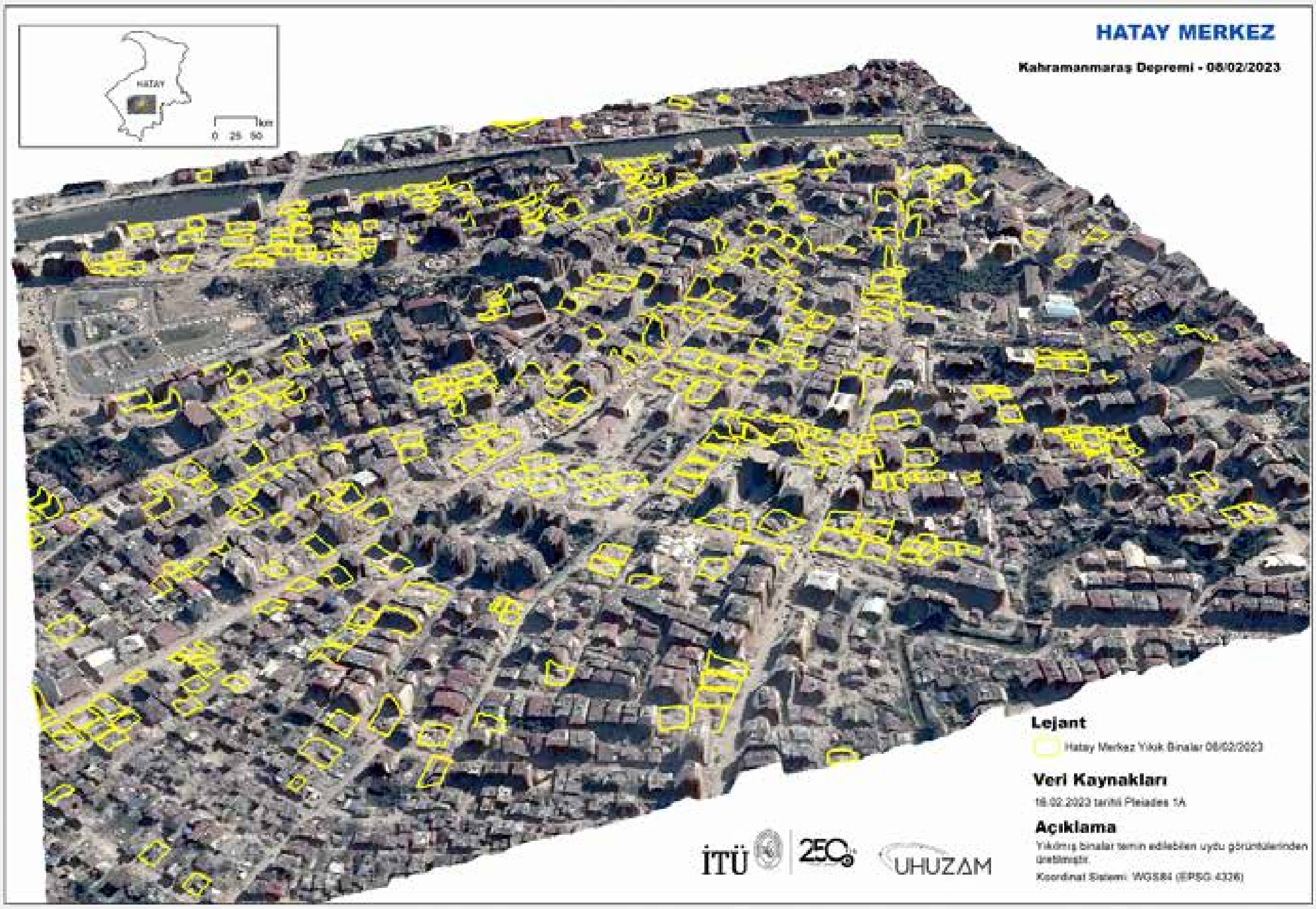

***Şekil 3.3.*** *Deprem sonrası yüzeyde oluşan değişim*

Uydu görüntülerinden tamamıyla yıkılmış ya da  büyük oranda hasar görmüş binalar, arazi yüzeyindeki değişimler  ayırt edilebilmektedir. Bunun yanı sıra stereo uydu görüntülerinden üretilen sayısal yükseklik modelleri arazinin topoğrafyasında meydana gelen değişimlerin kısa sürede belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Şekil 4'de 16.02.2023 tarihinde Pleiades uydusundan alınan stereo uydu görüntü çiftinden üretilen Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) gösterilmektedir. Bina yüksekliklerinin de ayırt edilebildiği görüntüde yıkık binaların bulunduğu bölgelerdeki yükseklik değişimleri görülebilmektedir.



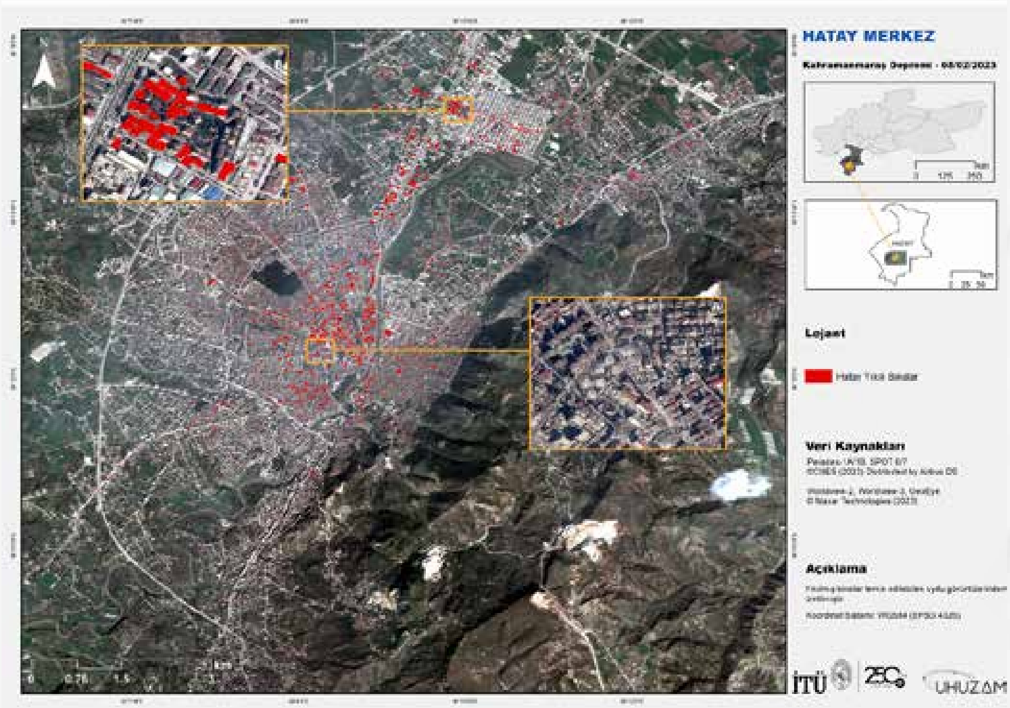

***Şekil 3.4.*** *16.02.2023 tarihli Pleiades 1A stereo görüntüden üretilen SYM ve yıkılan binalar*

Şekil 5’te ise stereo görüntüden üretilmiş SYM üzerinde Pleiades uydusu doğal renkli görüntüsü ve yıkılan binaları gösterir vektörler sunulmuştur. Şekil incelendiğinde, mevcut durum, yıkılan binalar ve enkaz kaldırma faaliyetleri sonucu değişen arazi yüzeyi 3 boyutlu olarak görülebilmektedir.

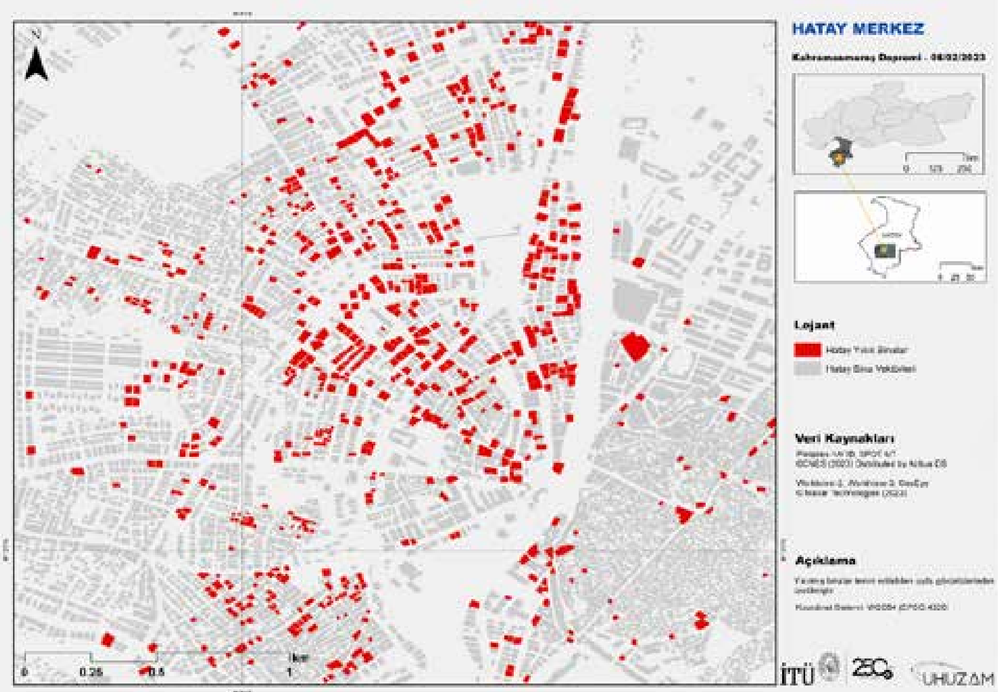



***Şekil 3.5.*** *16.02.2023 tarihli Pleiades 1A stereo görüntüden üretilen sayısal yükseklik modeli ve Pleiades 1a Doğal Renkli Görüntü*

17.2.2023 tarihli rapor sonrasında uydu görüntülerinden üretilen vektör veriler, Harita Genel Müdürlüğü ve Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan veriler ile kontrol edilmiştir. Yıkık binalara ait üretilen haritalara örnekler Şekil 3.6-Şekil 3-9 arasında verilmektedir.

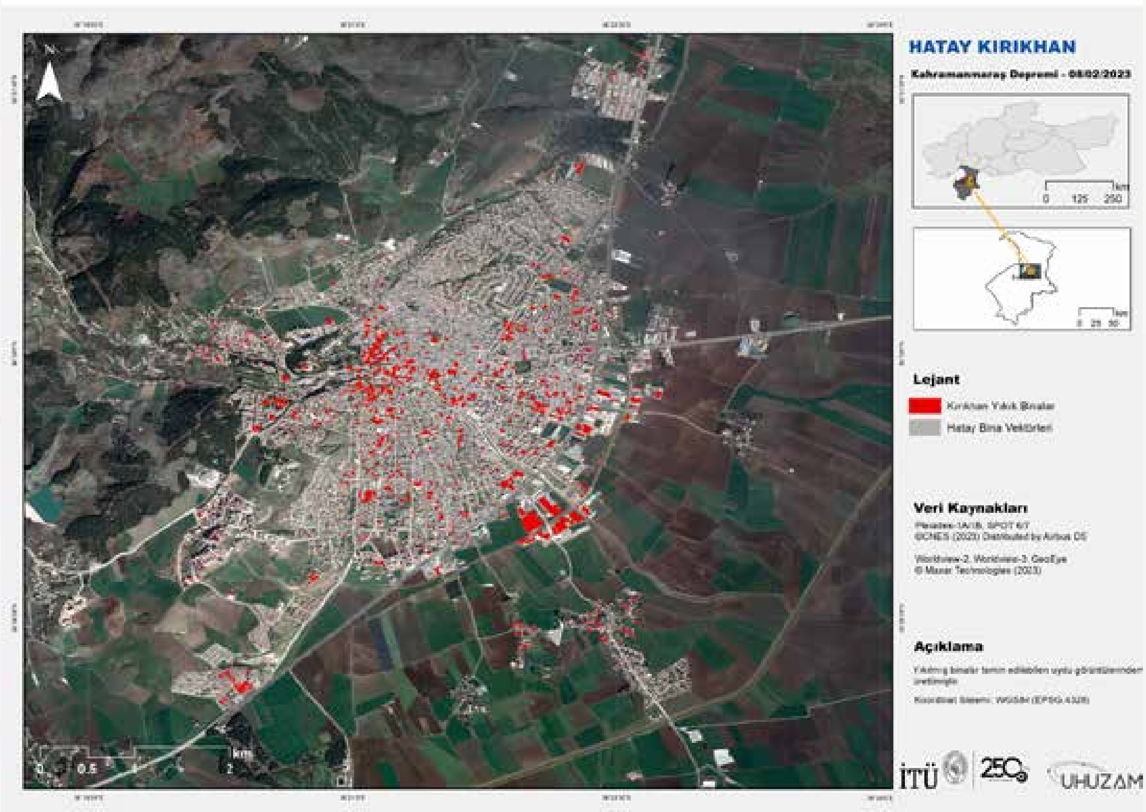



(a)

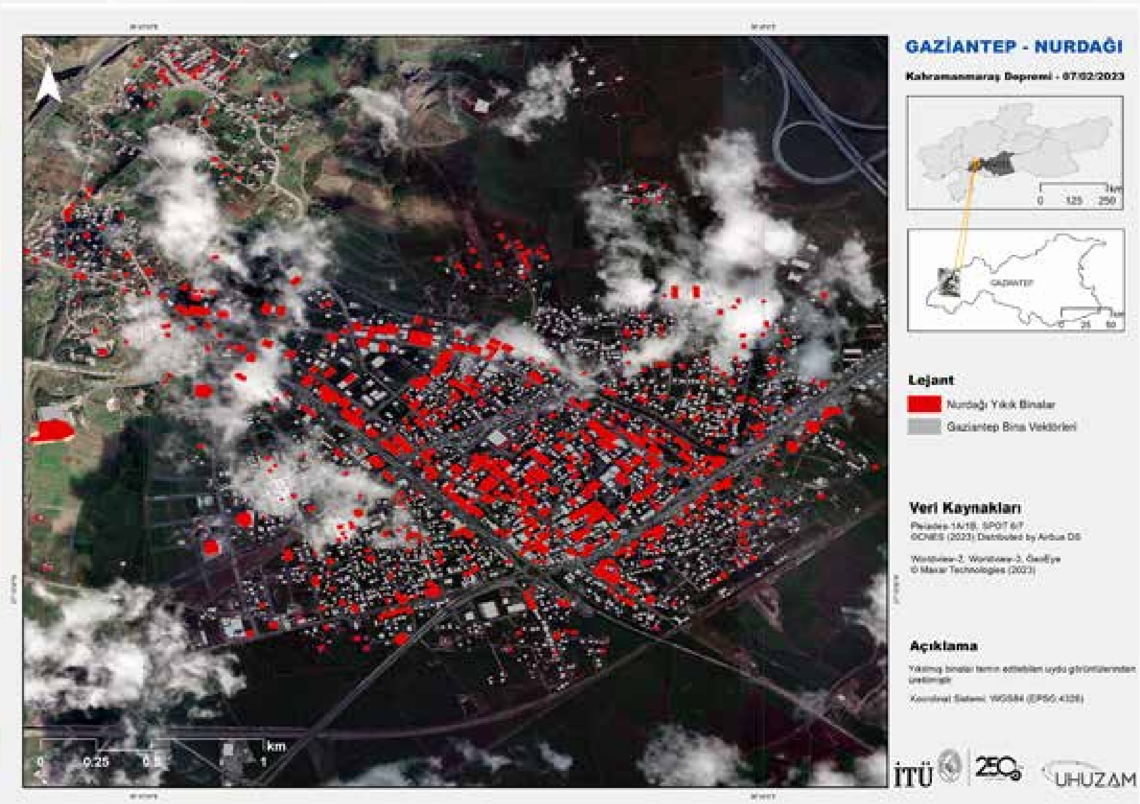



(b)

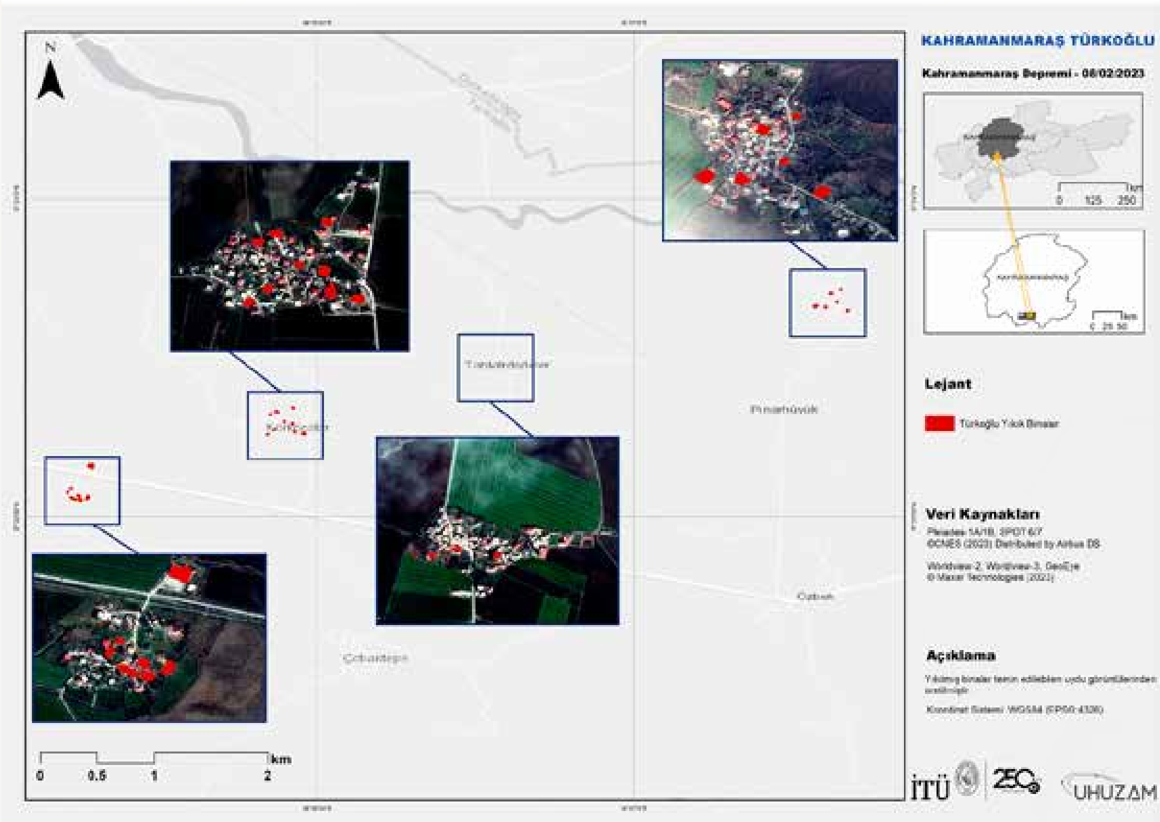
**Şekil 3.6.** *a) Hatay Merkez ve Çevresi Yıkık Binalar b)Hatay Merkez Yıkık Binalar*




**Şekil 3.7.** *Kırıkhan- Hatay Yıkık Binalar*



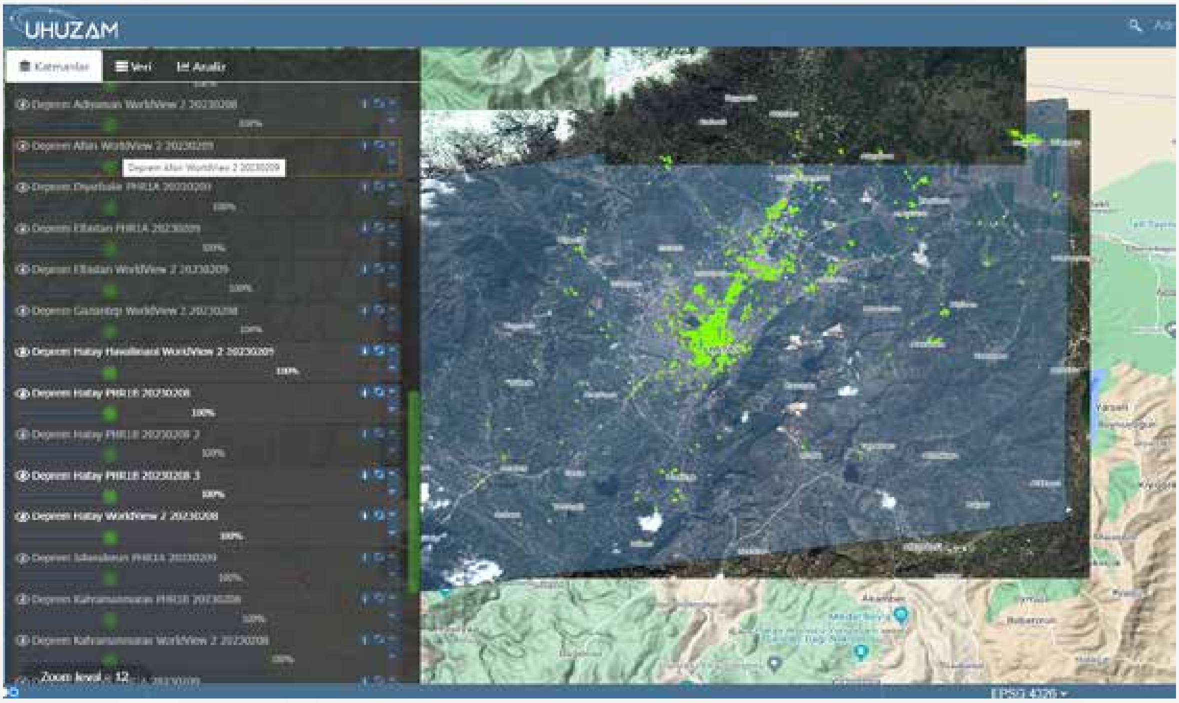

**Şekil 3.8.** *Nurdağı-Gaziantep Yıkık Binalar*




***Şekil 3.9.*** *Türkoğlu Çevresindeki Köylerdeki  Yıkık Binalar*

Uydu görüntülerinden üretilen yıkık binalar uydu algılama geometrisi ve çözünürlük özellikleri nedeniyle tamamıyla yıkılmış ve çok ağır hasarlı binaları göstermektedir. 1.3.2023 tarihi itibarı ile mevcut uydu görüntülerinden Hatay İli Antakya, Defne, Altınözü, Samandağ, Belen ve İskenderun ilçelerinde toplam 3044, Adıyaman Merkez ve Gölbaşı ilçelerinde 664, Kahramanmaraş Oniki Şubat, Dulkadiroğlu, Türkoğlu, Pazarcık, Afşin ve Elbistan ilçelerinde toplam 1466, Gaziantep Merkez, İslahiye ve Nurdağı ilçelerinde 1708, Osmaniye merkezde 91, Malatya merkezde 494  ve Kilis'te 5 olmak üzere toplam 7472 yıkık bina belirlenmiştir. Farklı algılama açılarında ve çözünürlük özelliklerinde  algılayıcılardan sağlanacak verilerle hasarlı binalar hakkında daha fazla bilgi çıkartılabilecektir.

UHUZAM tarafından sağlanan veya açık erişimde olan görüntüler ile görüntülerden üretilen yıkık bina vektör verilerine https://maps.cscrs.itu.edu.tr/WebGIS-V3/index.xhtml adresinden UHUZAM Web Servisi üzerinden erişilebilmektedir (Şekil 3.10). İstekte bulunulması durumunda kullanıcılara verilen erişim yetkilendirmesi ile sisteme erişim sağlanmakta hem görüntüler hem de yıkılan binaların dağılımı incelenebilmektedir. Bunun yanı sıra deprem bölgesine ait yüksek çözünürlüklü ham uydu görüntüleri de araştırmacılar ile istekleri doğrultusunda paylaşılmaktadır. Paylaşılan uydu görüntüleri ve talep formuna https://web.cscrs.itu.edu.tr/kahramanmaras-depremleri/ adresinden erişilebilir.




***Şekil 3.10.*** *İTÜ UHUZAM Web Servisi*

Bundan sonraki süreçte bölge hızlı bir değişim yaşayacaktır. Değişimlerin ve müdahalelerin sonuçlarının izlenmesi, hafriyat dökülen alanlardaki alansal ve hacimsel değişimlerin belirlenmesi, yapılan değişikliklerin çevre ile etkileşimin izlenmesi önem taşımaktadır. Örneğin nehir yataklarında değişimlerin meydana gelip gelmediği, muhtemel heyelan bölgeleri ya da bölgedeki tarım ürünlerinin durumu uydu görüntüleri ile belirlenebilir. Gereksinim duyulan alanlarda stereo uydu görüntülerinden üretilecek SYM ile düşey yönde meydana gelen değişimler, hafriyatların biriktirildiği alanlardaki hacimsel değişimler belirlenebilir. İTÜ UHUZAM tarafından bölgenin uzaktan algılama yöntemleri ile araştırma çalışmaları sürdürülmektedir. Bölgenin yeniden inşa sürecinin ortaya çıkardığı dinamik yapı göz önünde bulundurulduğunda belli periyotlarda ihtiyaç duyulan özelliklerde uydu görüntüleri alınarak bölgeye ait bilgiler sürekli güncellenmelidir. Çalışmaların başarıyla sürdürülebilmesi için veri, bilgi paylaşımı ve disiplinlerarası işbirliği büyük önem taşımaktadır.

Ali SARI (İstanbul Teknik Üniversitesi), Sezer ÖZTÜRK (İstanbul Teknik Üniversitesi), Elif ALTUNSU (İstanbul Teknik Üniversitesi), Onur GÜNEŞ (İstanbul Teknik Üniversitesi), Ömer Faruk NEMUTLU (İstanbul Teknik Üniversitesi), Servan DUMAN (İstanbul Teknik Üniversitesi), Ömer Faruk ZIRH (İstanbul Teknik Üniversitesi)

### 3.2. Okul Binalarında Gözlemlenen Hasarlar

6 Şubat 2023 Pazartesi günü Kahramanmaraş-Pazarcık ve Kahramanmaraş-Elbistan'da meydana gelen ve büyüklüğü sırasıyla Mw 7,7 ve Mw 7,6 olan yıkıcı depremlerden, Adıyaman ilindeki yapılar farklı düzeyde hasar görerek etkilenmiştir. Adıyaman'daki bazı kamu binaları ile Çelikhan ve Tut ilçelerinde tüm kamu binalarında ön hasar tespitleri yapılmıştır. Bu çerçevede Adıyaman'da bazı okul binalarında, Tut ve Çelikhan ilçelerinde ve Çelikhan-Pınarbaşı beldesinde okul binalarında inceleme yapılmıştır. Bazı okullarda bulunan yurt (pansiyon) binaları da incelenmiştir.

İncelenen okul ve pansiyon binaları, genel olarak betonarme perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahip, döşemeleri kirişli plak sistem olan yapılardır. Sınırlı sayıda (bir adet) yığma okul binası da söz konusudur. Betonarme binaların çoğunun 2000'li yıllarda 1997 ya da 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre projelendirildiği, ancak az sayıda okul binasının 1975 Deprem Yönetmeliği'nin geçerli olduğu yıllarda inşa edildiği söylenebilir. Yeni inşa edilen binalarda nervürlü donatı ve hazır beton kullanıldığı belirtilebilir.

2000'li yıllarda inşa edilen ve hizmete açılan betonarme okul binalarında oluşan başlıca hasarlar aşağıdaki gibi verilebilir:

• Betonarme binaların perde-çerçeve taşıyıcı sistem elemanları olan perde, kolon ve kirişlerde yapısal hasar tespit edilmemiştir.

• Okul binalarında yatay delikli tuğla bölme duvarlarında (bazı okullarda briket) oluşan hasarlar, genellikle diyagonal ve X çatlakları şeklinde olup, yaygın sıva dökülmeleri mevcuttur. Ayrıca, perde ve kolon ile kirişlerin duvar birleşimlerinde sırasıyla düşey ve yatay ayrılma çatlakları da söz konusudur.

• Bazı okul binalarında merdiven sisteminde hasarlar meydana gelmiştir. Onarım ve güçlendirme gereken bu hasarlar, merdiven kolu ile sahanlık plağı birleşimlerinde oluşmuştur. Merdiven kaplamalarında kırılma ve yerinden ayrılmalar da gözlenmiştir.

• Bazı okul ve pansiyon binalarında, sınırlı da olsa fayans dökülmesi gözlenmiştir.

• Bazı okullarda, subasman kotuna kadar olan granit vb. taş görünümlü dış cephe kaplamalarında dökülmeler meydana gelmiştir.

• Bazı okullarda, bina giriş kotunun yüksekte kalması nedeniyle, dışta giriş kotuna kadar yükseltilerek merdivenlerle oluşturulan platformların, binaya giriş bölgesinden ayrıldığı görülmüş, ayrıca, bu platformların kaplamalarında kabarmalar oluşmuş, okul bahçelerinde kilit taş kaplamalarda zemin oturmasına bağlı hasarlar da tespit edilmiştir.

• Gerek okul ve gerekse pansiyon binalarında asma tavan teşkilinin yaygın olduğu gözlenmiştir. Ancak, bu asma tavanlarda yer yer hasarlar oluştuğu, kaplamaların döküldüğü görülmüştür. Bu türden asma tavan uygulamalarının gözden geçirilmesi yanında, kullanılmaması daha uygun olabilir, zira gerek dersliklerde ve gerekse öğrenci yatakhaneleri ve diğer mekanlarda, öğrenci başına düşen hava hacmi azaltıldığından, konfor koşulunun da zayıflatılmış olduğu ifade edilebilir.



***Şekil 3.21.*** *Çelikhan Ortaokulu binası, dış cephe kaplamalarında oluşan dökülmeler*



***Şekil 3.22.*** *Çelikhan Ortaokulu binası bölme duvarlarında oluşan çatlaklar ve sıva dökülmeleri*



***Şekil 3.23.*** *Çelikhan Ortaokulu binası merdiven sisteminde oluşan yapısal hasarlar ve merdiven kaplamalarındaki hasarlar*



***Şekil 3.24.*** *Okul ve pansiyon binalarında oluşan yaygın asma tavan hasarlarına iki örnek*



***Şekil 3.25.*** *Şehit Mesut Çelik İlkokulu ve Ortaokulu*



***Şekil 3.26.*** *Şehit Mesut Çelik İlkokulu ve Ortaokulu, dış cephe duvarlarında oluşan hasarlar*

Yukarıda verilen hasarlardan, bazı okullardaki merdiven hasarları için gerekli onarım ve güçlendirmenin yapılması koşulu ile, sadece bölme duvarı hasarı bulunan, taşıyıcı sistem hasarı bulunmayan bu okul binaları hafif hasarlı olarak değerlendirilmiştir. Ancak, inşa tarihi 2000'li yıllar öncesinde olan bazı betonarme okul binalarında taşıyıcı sistem hasarları meydana gelmiş olup, bu türden kiriş, kolon ve birleşim bölgelerinde çatlak oluşmuş ve beton yüzeyleri düzgün olmayan okul binaları, aşağıda verildiği gibi, orta hasarlı olarak değerlendirilebilir.



***Şekil 3.27.*** *Orta hasarlı Çelikhan Şehit Seyho Şişman Anadolu Lisesi betonarme binası, ahşap çatıda kalkan duvarı hasarı*



***Şekil 3.28.*** *Çelikhan Şehit Seyho Anadolu Lisesi betonarme binasında kiriş ve kolon mesnet bölgesi civarında görülen diyagonal kayma çatlakları*

Çelikhan-Pınarbaşı beldesinde bulunan Çok Programlı Anadolu Lisesi binasında, bölme duvarlarında oluşan diyagonal ve X çatlakları yanında, bazı kiriş uçlarında belirgin çatlaklar oluşmuştur. Adı geçen okul binasının kısa kenarı bitişiğinde spor salonu mevcut olup, okul binasının diğer ucunda (kısa kenar cephesinde) temel zemininde meydana gelen oturma nedeniyle, spor salonu ile okul binası arasında ayrılma meydana gelmiştir. Kirişlerde oluşan yapısal hasarlar nedeniyle orta hasarlı kabul edilebilecek olan okul binası, temel zemininde meydana gelen oturmaya bağlı olarak şakulünden ayrılması nedeniyle, ağır hasarlı olarak değerlendirilebilir.





**Şekil 3.28.** *Pınarbaşı Çok Programlı Anadolu Lisesi binası ve kısa kenarlı cephesinde meydana gelen oturma nedeniyle, spor salonu ile arasında ayrılma meydana gelmesi*

İnceleme kapsamında Tut ilçesinde Atatürk Ortaokulu binası iki katlı yığma bir binadır. Bu okul binasının yığma duvarlarında hasar bulunmamakla birlikte, zemin kat tavanı ve çatı seviyesinde rijit diyafram oluşmaması, zemin kat tavan döşemesinde oluşan hasarlar ve çatı (normal kat tavanı) seviyesinde, duvarları bütünleştiren hatıl bulunmaması nedenleriyle, hasar potansiyelinin yüksek olduğu ve servis ömrünü de tamamladığı da kabul edilerek, ağır hasarlı olarak değerlendirilmiştir.





**Şekil 3.29.** *Tut ilçesinde iki katlı yığma okul binası*

## Evliya Çelebi Anadolu Lisesi

Antakya Derince Mahallesinde bulunan Evliya Çelebi Anadolu Lisesi binası bodrum, zemin ve 4 normal kattan oluşmaktadır. Yapılan incelemede, okulun dış cephesinde bulunan bölme duvarlarının büyük bir kısmı göçmüştür. Okul binasının dış cephe kaplamaları, cam paneller hasar görmüş, okulun çatı sistemi tamamen göçmüştür. Çatı geometrisinde kullanılan konfigürasyon ve çatı-taşıyıcı sistem bağlantılarının yeterli rijitlikte olmaması ilgili hasarlara neden olmuş olabilir. Okul giriş katı kotunun zemin kat kotundan yüksek olması nedeniyle zemin bina bağlantısını sağlayan okul girişindeki merdiven hasar almıştır (Şekil 1).



***Şekil 1.*** *Evliya Çelebi Anadolu Lisesi, Antakya*

## Ali Sayar Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi

İnceleme kapsamında değerlendirilen Ali Sayar Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, bodrum, zemin ve 3 normal kattan oluşmaktadır. Okulun dıştan yapılan değerlendirmesinde yapıda belirgin bir ileri seviye hasar görülmemektedir. Okulun ana binasının yanında bulunan 2 katlı ve tek katlı ek binalarda da ileri bir hasar gözlemlenmemiştir. Bu binalar ile okulun ana binası arasında oturma kaynaklı bir ayrılma meydana gelmemiştir. Okul bahçesini çevreleyen taş örgü duvarlar tamamen göçmüştür (Şekil 2).




***Şekil 2.*** *Sayar Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Antakya*

## Özel Kayra Şekerleri Anaokulu

Antakya’nın Saraykent mahallesinde bulunan Kayra Şekerleri Anaokulu binası incelenen bir başka okul binasıdır. Zemin, asma kat, 3 normal kat ve teras katından oluşan bina tamamen göçmüştür. Göçmeden önceki bina görselleri incelendiğinde anaokulu zemin kat ve asma katta konumlanmaktadır. Üst katlar konut olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır. Anaokulunun bulunduğu katlarda binanın ön cephesinde duvar elemanları yerine pencereler mevcuttur. Ayrıca binada asma kat olduğu da dikkate alındığında binada göçmenin zayıf/yumuşak kat düzensizliğinden kaynaklandığı değerlendirilebilir. Anaokulu binasına bakıldığında katlar arası kolonların tamamen göçerek, pankek göçme (pancake collapse) moduna nedem olduğu gözlenmiştir. Binada kolon kiriş birleşim bölgelerindeki donatı detaylandırma eksikliği göçmenin nedeni olarak görülmektedir. Kolon elemanlarda boyuna donatı eksikliği ve birleşim bölgesinde yetersiz etriyenin olduğu gözlenmiştir (Şekil 3).




***Şekil 3.*** *Kayra Şekerleri Anaokulu, Antakya*

## Osman Ötken Anadolu Lisesi

Antakya Belediyesi yanında bulunan lise, zemin ve 3 normal kattan oluşmaktadır. Diğer okullarda da görüldüğü gibi bahçe duvarında göçme meydana gelmiştir. Okulun arka cephesindeki bölme duvarlarında diyagonal duvar çatlakları ve çatı sistemi hasar almıştır. Bazı taşıyıcı olmayan elemanlarda düşmeler meydana gelmiştir. Okulun dış bölgelerinde görülen kolon alt kısımlarında donatı burkulması tespit edilmiştir. Yapının kullanım durumu için detaylı hasar tespiti yapılmalıdır (Şekil 4).



**Şekil 4.** *Osman Ötken Anadolu Lisesi, Antakya*

## Ali Kavak İlkokulu

Ali Kavak İlkokulu bodrum, zemin kat, 3 normal kat ve çatı katından oluşmaktadır. Yapıda taşıyıcı olmayan elemanlarda hasarlar meydana gelmiştir. Çatı katında bulunan dolgu duvarların tamamı göçmüştür. Yapı dışarıdan gözlem ile incelenmiştir. Kullanım durumu için detaylı inceleme yapılmalıdır (Şekil 5).




**Şekil 5.** *Ali Kavak İlkokulu, Antakya/Hatay*

## 23 Temmuz İlkokulu, Antakya/Hatay

Antakya'nın eski yerleşim bölgesinde yer alan 23 Temmuz İlkokulu zemin ve 1 normal kattan oluşan yığma bir yapıdır. Hemen yanındaki yığma yapının taş duvarları okul bahçesine dökülmüştür. Okulun zemin katında benzer dış cephe taş kaplamalarında dökülmeler görülmüştür. Bitişik nizamda bulunan yığma bina ile okul 1.kat itibari ile ayrıldığı, okulun öteleme yaptığı söylenebilir. Okuldaki hasarın boyutu ve kullanım durumu için kontrol edilmesi gerekir (Şekil 6).



***Şekil 6.*** *23 Temmuz İlkokulu, Antakya/Hatay*

## MKÜ Ziraat Fakültesi-Altınözü Tarım Bilimleri MYO

Altınözü ilçesinde bulunan MKÜ Altınözü Tarım Bilimleri MYO binası incelenmiştir. Yapı birbirine ekli binalardan oluşmaktadır. Bazıları zemin ve 3 normal kat, bazıları ise zemin ve 1 normal kattan oluşmaktadır. Binada yapılan dıştan incelemede, yer yer yapısal olmayan duvar hasarları gözlenmiştir. Ayrıca, binanın dış cephe kaplamalarında da hasar görülmüştür Detaylı inceleme sonrasında yapının kullanıma devam edip etmeyeceği belirlenmelidir (Şekil 7).



***Şekil 7.*** *MKÜ Altınözü Tarım Bilimleri MYO*

## Hatay Defne Orhanlı İlkokulu ve Ortaokulu

Defne Orhanlı Ortaokulu ve İlkokulu zemin ve 2 normal kattan oluşmaktadır. Ortaokulu binasında okul giriş merdiveni sahanlığındaki mermer döşemede yer yer çökme ve kırılmalar gözlemlenmiştir. İlkokul binasında ise bahçedeki Atatürk büstü yıkılmıştır. Çatılarda hafif hasarlar mevcuttur. Her iki binada da kaba sıva yapılmadan direkt olarak alçı sıva yapıldığı için duvarlarda çatlamalar mevcuttur. Ancak iç ve dış duvarlarda herhangi bir göçmeye rastlanmamıştır. Binanın kullanım durumu için detaylı inceleme yapılmalıdır (Şekil 8).




***Şekil 8.*** *Hatay Defne Orhanlı İlkokulu ve Ortaokulu*

## Şehit Gülşah Güler Anaokulu-İlkokulu, Kırıkhan/Hatay

Şehit Gülşah Güler Anaokulu-İlkokulu zemin ve 3 normal kattan oluşmaktadır. Bina en üst katına sonradan eklenen çelik çatı katı dolgu duvarları önemli ölçüde hasar görmüş, okul bahçesine düşmüştür. Düşmeyen dolgu duvarları düşme tehlikesindedir. Çatı katı dolayısıyla binada hafif hasar kaydı oluşturulmuştur (Şekil 9).



***Şekil 9.*** *Şehit Gülşah Güler Anaokulu-İlkokulu, Kırıkhan/Hatay*

### 3.3. Hastane Binalarında Gözlemlenen Hasarlar

Kahramanmaraş merkezli, 6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşmiş olan Mw 7,7 Pazarcık ve Mw 7,6 Elbistan depremleri sonrasında Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinde bulunan devlet hastanelerinin hasar durumlarının ön incelemesinin yapılması amacıyla hastane yetkililerinin talebi üzerine bir değerlendirme çalışması yürütülmüştür. Bu çalışmanın amacı, deprem sonrasında çok kritik işlevselliğe sahip bu hastanelerin kullanımının kısıtlanmasını gerektirecek yüksek risk oluşturan ve net şekilde gözlenebilen herhangi bir hasarın bulunup bulunmadığının kontrolünün yapılmasıdır. İlgili değerlendirmenin sonuçlarının ileride yapılacak kapsamlı bir hasar tespit çalışmasıyla daha güvenilir şekilde kontrollünün yapılması önem taşımaktadır. Deprem bölgesinde deprem sonrasında hızlı hasar ön inceleme çalışması yapılmış hastaneler şunlardır:

- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi
- Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Ana Hizmet Binası
- Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Kadın Doğum ve Çocuk Ek Hizmet Binası
- Adıyaman Özel Gözde Tıp Merkezi

Hastanelerde deprem sonrasında yapılmış olan gözlemler aşağıda sunulmaktadır.

***Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi***

Hastane, şehrin batısında yer alan Onikişubat ilçesi, Avşar Mahallesi'nde yer almaktadır. Hastane yapısı 5 adet poliklinik, 9 adet yatakhane bloğu, konferans salonu ve idari binadan oluşmaktadır ve toplam 99 bin m2 kapalı alana sahiptir. Hastanenin inşası 2014 yılında tamamlanmıştır. Bina taşıyıcı sistemi betonarme perde duvarlıdır. Buna ek olarak hastanenin giriş bölümünde binaya ek olarak inşa edilmiş çelik bir cephe ve çatı yapısı bulunmaktadır (Şekil 3.30a).



*(a)*



*(b)*



*(c)*



*(d)*

**Şekil 3.30.** *Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Ana Hizmet Binası: (a) Giriş, (b) Makine ve teçhizatın durumu, (c) Dolgu duvar hasaları (d) Muhteviyat hasarı*

Deprem sonrasında, 7 Şubat tarihinde yapılmış ön hasar inceleme çalışmasında hastane binasının taşıyıcı sisteminde deprem nedeniyle meydana gelmiş herhangi bir kritik hasar gözlenmemiştir. Bununla birlikte, ileride bina taşıyıcı sisteminin tasarım dokümanları ve binanın tüm taşıyıcı sistem elemanlarının detaylı kontrolünün yapıldığı bir teknik çalışma yapılarak nihai hasar tespitin yapılması önem taşımaktadır.

Hastanenin çeşitli bloklarında ve katlarında taşıyıcı olmayan elemanlarda, yapısal risk oluşturmayan ancak kullanılmasını zorlaştıracak düzeyde hasarların meydana geldiği görülmüştür (c). Yapısal olmayan bu dolgu duvar hasarların büyük bölümü 6 katlı olan ana blokta meydana gelmiştir. Üç katlı klinik bloklarındaysa daha az olmakla beraber yine benzer dolgu duvar hasarları meydana gelmiştir. İlgili hasarların önemli bir kısmının, taşıyıcı sistem elemanlarıyla dolgu duvar olarak kullanılan bims beton blok tuğlalar arasındaki bağlantının deprem sırasında deformasyona izin vermeyecek şekilde inşa edilmiş olması nedeniyle meydana geldiği kanaatine varılmıştır. Benzer şekilde, dış cephede meydana gelmiş deformasyonlar nedeniyle hastane binasıyla dış cephesi arasında boşluklar açılmıştır. Bu boşluklardan hava geçişi meydana gelmesi nedeniyle hastanenin bazı odalarının ısıtılması mümkün olamamaktadır. Hastane binasında bir dış cephe elemanının sarsıntı sırasında kopup düştüğü gözlenmiştir (a). Benzer şekilde, binada asansör girişlerinde bulunan duvar kaplama elemanlarında da hasarlar meydana geldiği gözlenmiştir.

Hastane çalışanları, bina içerisindeki kritik teçhizatın deprem sırasında önemli bir hasar almadığını bildirmiştir (c). Özellikle ameliyatlar ve diğer kritik sağlık ekipmanlarının hasar almadan atlatmış olduğu söylenmiştir. Bu sistemlerinin tavana mesnetlendiği noktalardaki zorlamalar nedeniyle herhangi bir hasarın meydana gelip gelmediğinin ileride daha detaylı bir incelemeyle tespit edilmesi faydalı olacaktır.

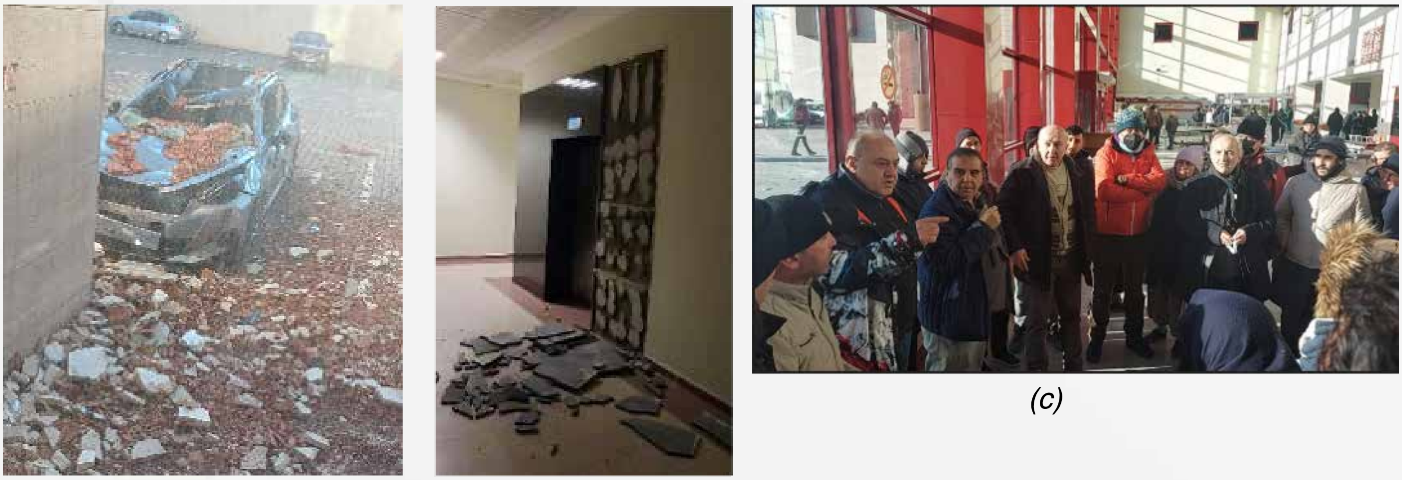
Deprem sırasında binadaki muhteviyatın önemli bir bölümünün devrilen dolaplar nedeniyle etrafa saçılmış olduğu gözlenmiştir (d). Hastane çalışanları yanıcı, patlayıcı herhangi bir kimyasal nedeniyle bir sorun yaşanmadığını bildirmiştir.

Deprem sonrasında hastalar ve hastane çalışanlarının üst katlarda gözlenen yapısal olmayan hasarlar nedeniyle üst katlara çıkmaktan korktuğu ve yalnızca hastanenin giriş katında kalmayı tercih ettiği öğrenilmiştir. İnceleme heyetinde yer alan hocalarımız, hastanenin durumu ve bölgede beklenen olası deprem aktivitesi konusunda açıklama yapmış ve hastanenin durumuyla ilgili hastaları bilgilendirmiştir (b).

***Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Ana Hizmet Binası***

Hastane, şehrin doğusunda yer alan Dulkadiroğlu ilçesi, Karacasu Kırım Mahallesi'nde yer almaktadır. Hastane 400 yatak kapasitesine sahiptir ve 2012 yılında hizmete açılmış bulunmaktadır. Bina taşıyıcı sistemi betonarme perde duvarlıdır (Şekil 3.31).

Deprem sonrasında, 8 Şubat tarihinde yapılmış ön hasar inceleme çalışmasında hastane binasının taşıyıcı sisteminde deprem nedeniyle meydana gelmiş herhangi bir kritik hasar gözlenmemiştir. İleride binanın mühendislik tasarım dokümanlarının da incelenmesiyle tüm taşıyıcı sistem elemanlarının detaylı kontrolümün yapılacağı teknik bir inceleme yürütülmesiyle kesin hasar tespitin yapılması faydalı olacaktır.



(a) (b) (c)

**Şekil 3.31.** *Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Ana Hizmet Binası: (a) Dış cephe hasarları, (b) Duvar kaplama elemanı hasarları ve (c) Hastane yetkililerine ve hastalara durumla ilgili açıklama*




**Şekil 3.32.** *Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Ana Hizmet Binası: (a) dış cephesi, (b) koridorlardaki asma tavan kopmaları*

Binada çok sayıda katta ve blokta taşıyıcı olmayan elemanlarda yaygın hasar. Düşen asma tavan elemanlarının hastanede bulunan çalışan ve hastalarda yaralanmalara sebebiyet vermiş olma ihtimali çok yüksektir. Bu elemanların kritik teçhizata önemli hasar vermiş olduğu gözlenmiştir (a). Deprem sırasında binanın su tesisatında meydana gelmiş zorlamaların sonucunda çeşitli yerlerde su sızıntıları meydana gelmiş ve binada yer yer su sızıntıları meydana gelmiştir  (b).

Ana binanın hemen arkasında yer alan bağımsız iki katlı ek binada deprem sırasında zemin kotunun bir köşede yükselmiş olduğu gözlenmiştir (c).



*(a)*



*(b)*



*(c)*

**Şekil 3.33.** *Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Ana Hizmet Binası: (a, b) taşıyıcı olmayan eleman ve kritik teçhizat hasaları, ve (c) su tesisatındaki sızıntılar nedeniyle meydana gelmiş hasarlar*



(a)



(b)

**Şekil 3.44.** *Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi: (a) ek binanın zemin kotunda gözlenmiş yükselme ve (b) komşu alanda inşası devam eden deprem yalıtımlı hastane binası*

Hastanenin hemen yanında sürtünmeli sarkaç türü deprem yalıtımına sahip yeni bir hastane binasının inşaatının devam etmekte olduğu gözlenmiştir. Deprem öncesindeki programa göre bu binanın Nisan 2024'te tamamlanmasının hedeflenmiş olduğu öğrenilmiştir.

### *Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Kadın Doğum ve Çocuk Ek Hizmet Binası*

Hastane, şehrin kuzeyindeki Onikişubat ilçesi, Mimarsinan Mahallesi'nde yer almaktadır. Deprem sonrasında binada sınırlı bir hasar değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan ön değerlendirmede taşıyıcı sistemde kritik bir hasar gözlenmemiştir. Bununla birlikte binanın taşıyıcı sisteminin tasarımında önemli miktarda döşemede süreksizlik olduğu ve kolonların kesit boyutlarının beklenen boyutlara kıyasla daha küçük olduğu gözlenmiştir. İleride binanın mühendislik tasarım dokümanlarının da incelenmesiyle tüm taşıyıcı sistem elemanlarının detaylı kontrolümün yapılacağı teknik bir inceleme yürütülmesiyle kesin hasar tespitin yapılması faydalı olacaktır.

Hastane binasında, taşıyıcı olmayan eleman hasarı olarak dolgu duvar hasarı, fayanslarda yer yer kırılmalar gözlenmiştir. Binada herhangi bir makine teçhizat veya muhteviyat hasarı gözlenmemiştir.



(a)



(b)



(c)

**Şekil 3.45.** *Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi Kadın Doğum ve Çocuk Ek Hizmet Binası: (a) Dış görünüm, (b) zemin kat kolonlarına örnekler, ve (c) döşeme açıklıklarına örnek*

***Adıyaman Özel Gözde Tıp Merkezi***

Hastane Adıyaman Merkez, Eskisaray Mahallesi'nde yer almaktadır. Bodrum, zemin ve 5 normal katı bulunan hastane binasının taşıyıcı sistemi perdeli betonarme çerçeve sistemi ile oluşturulmuştur.

Yerinde yapılan incelemede hastane binasının batı cephesinde bulunan bir betonarme perdenin zemin kat üst seviyesinde ağır hasar tespit edilmiştir.




*(a)* *(b)*

**Şekil 3.46.** *Adıyaman Özel Gözde Tıp Merkezi (a) dış görünüm, (b) perde hasarı*

Bodrum katta yapılan incelemede, tesisat veya havalandırma borusu geçirmek amacıyla betonarme perde duvarların kesildiği veya delindiği tespit edilmiştir.



**Şekil 3.47.** *Adıyaman Özel Gözde Tıp Merkezi kesilen betonarme perde duvar*

***Hatay Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ek Hizmet Binası***

Yapılan incelemede Hatay Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ek Hizmet Binası tamamen göçmüştür. Kritik teçhizatlar ve sağlık ekipmanlarının tamamının kullanılamaz hale geldiği gözlenmiştir. Ek bina çevresinde bulunan diğer binaların detaylı olarak incelenerek kesin hasar tespiti yapılması büyük önem arz etmektedir (Şekil 10).





**Şekil 10.** *Hatay Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ek Hizmet Binası*

***Başkent Üniversitesi Diyaliz Merkezi***

İskenderun ilçe merkezinde bulunan Başkent Üniversitesi Diyaliz merkezi zemin ve 4 normal kattan oluşmaktadır. Yapılan gözlemlerde, binanın toptan göçtüğü tespit edilmiştir. Bina yan cephesi üzerine göçmüştür. Binanın kolon kiriş birleşim bölgelerinde donatı detay eksikliği ve kolonların kirişlerden daha zayıf elemanlar olduğu gözlenmiştir. Plastik mafsallaşma kolon uçlarında meydana gelmiştir. Bina kullanım amacı konut olarak inşa edilmiş olmasına rağmen sonrasında diyaliz merkezine dönüştürülmüştür (Şekil 11).




***Şekil 11.*** *Başkent Üniversitesi Diyaliz Merkezi, İskenderun*

***İskenderun Devlet Hastanesi***

İskenderun ilçe merkezinde bulunan İskenderun Devlet Hastanesinin zemin ve 4 normal kattan oluşan bir bölümü göçmüştür. Göçmüş olan bölümde, yapısal elemanlar bütünlüğünü koruyamamıştır. Göçmüş olan bölüm ile bağlantısı bulunan hastanenin diğer bölümlerindeki elemanlarda da yapısal hasarlar görülmektedir. Bu nedenle ayakta duran hastane bölümlerinde detaylı hasar değerlendirilmesi yapılmalıdır. Hastanenin göçmüş olan bölümündeki sağlık ekipmanları kullanılamaz hale gelmiştir (Şekil 12).



***Şekil 12.*** *İskenderun Devlet Hastanesi*

### *Özel İskenderun Diyaliz Merkezi*

İskenderun ilçesinde bulunan Özel İskenderun Diyaliz Merkezi zemin ve 5 normal kattan oluşmaktadır. Yakınında bulunan binanın göçmesi hastane binasının bölme duvarlarında hasara neden olmuştur.. Ayrıca dış cephesinde sıva hasarları meydana gelmiştir. Yapının kullanıma devam etmesi için detaylı incelenmesi gerekir (Şekil 13).



**Şekil 13.** *Özel İskenderun Diyaliz Merkezi*

### *Mustafa Kemal Üniversitesi Hastaneleri-Aysel Sabuncu Poliklinikleri*

Mustafa Kemal Üniversite Tayfur Sökmen Kampüsü'nde yer alan hastane 2014 sonrasında inşa edilmiş görece yeni bir yapıdır. 16 bin 341 metrekare alanda zemin kat ve 2 normal kattan oluşmaktadır. Zemin kat ve birinci katta öğretim elemanları odaları ve poliklinikler yer almaktadır. Başhekimlik, idari personel ve ofislerin yer aldığı son katta konferans salonu ve iki adet toplantı odası mevcuttur. Yapının dış cephe kaplamasında dökülmeler meydana gelmiştir. Bina taşıyıcı elemanlarında detaylı inceleme yapılamamıştır, dış mekan incelemesiyle yapıda hafif hasarlar gözlemlenmiştir (Şekil 14).




**Şekil 14.** *MKÜ Hastaneleri-Aysel Sabuncu Poliklinikleri*

***Nurdağı Devlet Hastanesi***

Nurdağı Sağlık Merkezi 2003 yılında yapımına başlanmış ve 2004 yılından itibaren faaliyete geçmiştir. 2016 yılında 25 yataklı yeni ek binasıyla birlikte toplam 8 poliklinik içeren bir hastane olarak faaliyete devam etmiştir. Yerinde yapılan incelemede yeni ek binanın dış cephe kaplamasında dökülmeler gözlemlenmiştir. Ayrıca hastane ağır hasarlı olarak tespit edilerek, kullanıma kapatılmıştır (Şekil 15).





***Şekil 15.*** *Nurdağı İlçe Devlet Hastanesi*

**Hastanelerle İlgili Görüş ve Öneriler**

• Hastanelerde gözlenmiş olan dolgu duvar hasarlarının gelecek depremlerde önlenmesi için bu tür binalardaki dolgu duvarların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) Ek 4C'de sunulan esnek bağlantı detayına uygun şekilde inşa edilmesi faydalı olacaktır.

• Hastanelerde bulunan asma tavan sistemlerinin deprem sırasında yoğun şekilde hasar görebildiği ve tesisin kullanılmasını önleyecek seviyede sorun teşkil ettiği gözlenmiştir. Gelecekte benzer hasarların önlenmesi için hastane türü yapılarda asma tavan bağlantılarının kontrolünün dikkatle yapılması ve bu bağlantıların montaj sonrası test edilmesi çok faydalı olacaktır.

• Hastane binalarındaki kritik teknik aksamın (elektrik bağlantıları, ısıtma sistemi, asansörler, su tesisatı vb.) yıkıcı depremlerin hemen sonrasında onarılabilmesi binanın işlevselliği açısından kritiktir. Bu nedenle, gelecekteki olası depremlerde bölgeye giden yardım ekiplerinde (UMKE vb.) bu tür sistemleri onarabilecek teknik personelin de bulunması faydalı olacaktır.

• Zarar verici depremlerin hemen ardından hastane türü büyük kapalı alana sahip yapılarda taşıyıcı sistemin hasarının güvenilir şekilde değerlendirilebilmesi için sistemi oluşturan elemanların konumlarının ve başlıca yapısal özelliklerinin hızlıca tespit edilmesi önemlidir. Gelecekte bu tür binalar için taşıyıcı sistem mühendislik çizimlerinin teknik personelinin deprem sonrasında hızlıca ulaşabileceği bir yerde depolanması hasar inceleme işleminin çok daha hızlı ve doğru yapılmasına olanak verecektir.

## 3.4. İdari Binalarda Gözlemlenen Hasarlar

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler sonrası Adıyaman ili, Merkez, Tut ve Çelikhan ilçelerinde tüm kamu binalarında ön hasar tespitleri yapılmıştır. Burada bahsedilen yapılar, sağlık, eğitim ve ibadet kurumları dışında kalan kamuya ait idari yapılardır.

***Merkez İlçesi***

Adıyaman merkez de bulunan ve incelenmesi istenen kamu binalarına ait yapılan hasar tespit çalışmaları izleyen bölümde verilmiştir. İncelenen yapılar arasında bir adet yıkılmış bina, bir adet ağır hasarlı, bir adet orta hasarlı ve geri kalan incelenmiş 10 adet yapıda hafif hasar veya hasarsız durum belirlenmiştir. Bu binalara ait konumlar Şekil 3.48'de verilmektedir.




***Şekil 3.48.*** *Adıyaman Merkez ilçesinde bulunan bazı kamu binalarının konumları*

***Adıyaman Valilik Binası / İl Özel İdare Binası / Hükümet Konağı Binası***

12 Şubat 2023 tarihinde dört kişiden oluşan İTÜ ekibi binaların tüm katlarına girerek, betonarme taşıyıcı sistem ve yapısal olmayan elemanlar hakkında gözleme dayalı inceleme yapmıştır. Binaların tümünde gaz beton ve boşluklu tuğla duvarlarda farklı düzeylerde hasar gözlenmiştir. Dış cephe kaplamaları ve asma tavan sistemlerinde de hasarlar bulunmaktadır.

Betonarme taşıyıcısı sistemin görülebilen perde kolon kiriş elemanlarında yapısal hasara rastlanmamıştır, dolayısıyla betonarme taşıyıcı sistemin yaşanan depremleri yaklaşık olarak elastik sınırlar içerisinde kalarak atlattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Binanın taşıyıcı sisteminin deprem öncesi güvenlik düzeyini koruduğu tehlike teşkil eden bölme duvarları dış cephe kaplamaları ve asma tavan sistemleri uzaklaştırılmalıdır veya kaldırılmalıdır.

### *AFAD İl Müdürlüğü 112 Acil Çağrı Merkezi Müdürlüğü*

12 Şubat 2023 tarihinde dört kişiden oluşan İTÜ ekibi binaların tüm katlarına girerek, betonarme taşıyıcı sistem ve yapısal olmayan elemanlar hakkında gözleme dayalı inceleme yapmıştır.

Betonarme taşıyıcısı sistemin görülebilen perde kolon kiriş elemanlarında yapısal hasara rastlanmamıştır. Ancak merdiven kovalarında yer alan bazı bağ kirişlerinde genişliği 0,1 mm civarında olan eğilme ve kayma çatlakları tespit edilmiştir. Ayrıca bodrum kat çerçeve perde duvarlarında ve bazı döşemelerde rötre kaynakları olduğu değerlendirilen yaklaşık 0,2 mm genişliğinde çatlaklar gözlemlenmiştir.

Bodrum katta asansör perdesi yanında açılmış olan kuyuda yapılan incelemelerde temel sisteminin su altında olduğu belirlenmiştir. Bu durum temel sisteminde ve bodrum kat taşıyıcı elemanlarında korozyon hasarına sebep olacaktır. Bu nedenle temel ve temel zeminine her türlü suyun girmesinin engellenmesi gerekmektedir.

Binanın taşıyıcı sisteminin deprem öncesindeki güvenlik düzeyini koruduğu, tehlike teşkil eden dış cephe kaplamaları bölme duvarları ve asma tavan sistemleri uzaklaştırılmalıdır.

### *SGK İl Müdürlüğü*

Ön değerlendirilmesi yapılan binanın betonarme perde çerçeve sisteme sahip olup deprem öncesinde taşıyıcı sistemin güçlendirilmiş olduğu ifade edilmiştir. Binanın bodrum katında güçlendirilmemiş 1 adet kolonda donatı burkulması görülmüş olup diğer bir kolonda da düğüm bölgesinde kılcal düzeyli kayma çatlağı görülmüştür. Birkaç adet betonarme kirişte kılcal düzeyde çatlaklar bulunmaktadır. Bunlar dışında herhangi bir yapısal hasar bulunmamaktadır. Binanın kullanılmaya devam edildiği görülmüştür.

Binanın yapısal olmayan bölge duvarlarında yer yer diyagonal kayma çatlakları tespit edilmiştir.

Binanın mutlaka kullanılmaya devam edilmesinin gerekli olması durumunda, bahsi geçen donatısı burkulmuş kolonunun teleskopik dikmelerle askıya alınması ve binanın sınırlı sürelerde kullanılması, sonrasında ise bu kolonun mühendislik kuralları çerçevesinde güçlendirilmesi gerekmektedir.

### *Adıyaman Türk Telekom Binası*

Ön değerlendirilmesi yapılan üç binadan birisi toptan göçmeye maruz kalmıştır.

Ortadaki sekiz katlı bina betonarme çerçeve türü taşıyıcı sisteme sahiptir. Bu sekiz katlı binada (PTT eski saray lojmanı) dışarıdan yapılan incelemelerde cephe duvarlarında çatlakların bulunduğu, ancak göçen binanın bu binaya çarparak kolonlarına bölgesel olarak ağır hasar verdiği tespit edilmiştir.

Üçüncü olarak incelenen iki katlı bağımsız bir bina da Telekom binaları grubundadır. İki katlı binanın dış cephesinden yapılan gözlemler sonucunda herhangi bir yapısal ve yapısal olmayan hasara rastlanmamıştır.

### *Adıyaman Müze Müdürlüğü*

Ön değerlendirmesi yapılan bina çerçeve sisteme sahiptir. Yapısal olmayan cephe duvarlarında kılcal çatlaklar ile ofis hacimlerindeki bölme duvarlarında yer yer çatlaklar görülmüştür. Betonarme elemanlarda herhangi bir hasar görülmemiştir.

***Adıyaman Şehit Aileleri ve Gaziler Evi***

Ön değerlendirilmesi yapılan bina, betonarme perde çerçeve sisteme sahip olup zemin + üç normal kattan oluşmaktadır. Binanın iç ve dış bölme duvarlarında bir tür taş kaplama mevcut olup bina ağırlığı arttırılmıştır. Yıkılan dış cephe duvarları vardır. Islak hacimlerdeki fayans düşmesi mevcuttur. Kaplamaların yer yer düştüğü görülmüştür. Taşıyıcı sistemin kaplamalarının dökülüp açığa çıktığı bölgelerde yapısal hasar gözlenmemiştir. Kolon bölme duvar birleşimlerinde düşey çatlak oluşmuştur. Binanın ağır cephe ve iç bölme duvar kaplamalarının kaldırılması ile olası kaplama düşmelerinin önüne geçilebilir ve binanın hafifletilmiş olmasıyla taşıyıcı sistem güvenliği arttırılabilir.

Binanın kaplamalarının kaldırılması, yıkılan bölme duvarlarının yeniden örülmesi ve dökülen fayansların onarılması gerekmektedir.

***Aile ve Sosyal Hizmetler İl Müdürlüğü***

Bodrum, zemin ve üç normal kattan oluşan, yapım derzi ile ayrılmış iki bloklu yapıda deprem sonrası bölme duvar hasarları gözlemlenmiştir. Tehlike teşkil eden duvar hasarları için gerekli onarım ve/veya yenileme çalışmaları mutlaka yapılmalıdır. Yapıda derzle ayrılmış bölümde bulunan konferans salonunun üstü çelik elemanlarla oluşturulmuş çatı sistemine sahiptir. Çatı sistemi asma tavanda hasar görmüş bölgelerden gözlemlenmiştir. Asma tavanda ve duvarlarda yapısal olmayan hasarlara rastlanmıştır.

Merdiven kulesi, sağ ve sol yapı bölgesi incelenmiş ve çatı kotunun farklı yüksekliklere sahip olduğu,  özellikle asansör makine dairesi için orta bölümün daha yüksek yapıldığı ve bu bölümde yapısal olmayan hasarların daha büyük olduğu belirlenmiştir.

Betonarme taşıyıcısı sistemin görülebilen kolon kiriş elemanlarında yapısal hasara rastlanmamıştır, dolayısıyla betonarme taşıyıcı sistemin yaşanan depremleri yaklaşık olarak elastik sınırlar içerisinde kalarak atlattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yapısal olmayan (bölme duvar ve asma tavan gibi) hasarların onarılması gerekmektedir.



**Şekil 3.49.** *Aile ve Sosyal Hizmetler İl Müdürlüğü*



**Şekil 3.50.** *Asma tavan ve bölme duvar hasarları*

***Şehit Akif Güleş Taziye Evi***

Betonarme çerçeveler ile oluşturulan yapı zemin ve bir normal kattır. Yapılan incelemelerde mutlaka onarılması gereken merdiven evi hasarı dışında, 15 adet düşey taşıyıcı elemanda hasar gözlemlenmemiştir. Merdiven ve yapının dış cephesindeki sıva hasarlarının uygun şekilde onarılması gerekecektir.




***Şekil 3.51.*** *Merdiven hasarı ve duvar hasarı*

***Adıyaman Belediyesi Sağlıklı Yaşam ve Spor Kompleksi***

Çelik çatılı, tek açıklıklı olarak inşa edilmiş olan yüzme havuzu spor salonu cephe (kalkan) duvarlarında devrilme tehlikesi olan duvar hasarları mevcuttur. Çelik çatı birçok imalat hatası içermektedir. Duvar hasarlarının uygun şekilde tamir edilmesinin yanında, imalat sırasında yapılan hatalı üretim ve montajın da düzeltilmesi gerekmektedir.



***Şekil 3.52.*** *Kalkan duvar hasarı*




***Şekil 3.53.*** *İmalat kusurları*

### *Adıyaman Belediyesi Ek Binası*

Kapalı garaj olarak kullanılan bodrum+ zemin ve dört normal kattan oluşan binanın uzun doğrultusu doğu-batı yönündedir. Bina çevresinde dolgu üzerine teşkil edilmiş kaldırımda oturma kaynaklı bozulmalar bulunmaktadır. Batı kanadının arka cephesinden binaya girilebilmiştir. Bina bir bütün olarak incelenememiştir. İncelenen kısımda herhangi bir taşıyıcı eleman hasarı gözlemlenmemesine karşın ağır hasarlı bölme duvar ve merdiven hasarları mevcuttur. Doğu kanadı içine girilip inceleme yapılamamıştır.



**Şekil 3.54.** *Ek Bina ve zeminde oturma, merdiven hasarı*

### *Tut İlçesi*

Tut ilçesinde yer alan ve incelenmesi istenen kamu binaları için yapılan hasar tespit çalışmaları izleyen bölümde özetlenmiştir. İncelenen yapı stoğu, 1985-2017 yılları arasında inşa edilmiş yapıları içermektedir. Genel olarak duvar hasarları mevcuttur. 11 kamu kuruluşuna ait 19 adet yapının 2 adetinin yıkık, 2 adetinin ağır hasarlı olduğu için yıkılması gerektiği belirlenmiştir. Bununla beraber, 2 adeti orta hasarlı, geri kalanları az hasarlı veya hasarsız olarak sınıflandırılmıştır.




**Şekil 3.55.** *Adıyaman Tut ilçesinde bulunan bazı kamu binalarının konumları*

***İlçe Emniyet Müdürlüğü ve Kaymakamlık Binası***

Bina, perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahip, döşemeleri kirişli plak sistem olan ve bodrum + zemin ve iki normal kattan oluşan yapıdır. Pek çok bölme duvarda sıva çatlağı halinde diyagonal ve çerçeveden ayrılma çatlakları mevcuttur. Taşıyıcı sistemde hasar görülmemiştir. Yapının deprem öncesi sahip olduğu servis güvenliği ile kullanımına devam edilebileceği görüş ve kanaatine varılmıştır.

Ancak binanın ikinci normal katından çatı terasına çıkan merdiven evindeki kalkan duvar düşeyde her iki kenarından da çatlamıştır, devrilme tehlikesi bulunan duvar nedeniyle bu hacmin kullanılması önerilmemektedir.





**Şekil 3.56.** *Kalkan duvar düşme tehlikesi ve asma tavan hasarı*

***İlçe Müftülüğü***

2010 yılında inşa edildiği öğrenilen üç katlı yapı betonarme çerçevelerden oluşturulmuştur. Çatı katı terası gezildiğinde yapıda kullanılan donatı tipinin nervürlü donatı olduğu anlaşılmıştır. Taşıyıcı sistem hasarına rastlanmamıştır.



**Şekil 3.57.** *Tut İlçe Müftülüğü binası*

***İlçe Belediye Başkanlığı Binası***

1992 ve 1998 yıllarında inşa edilen iki bina birbirinden yapım derzi ile ayrılmaktadır. Betonarme çerçeve taşıyıcı sistemin yaşanan depremleri yaklaşık olarak elastik sınırlar içerisinde kalarak atlattığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bölme duvar hasarlarının uygun şekilde onarılması gerekmektedir.

***Ziraat Bankası Binası***

Zemin ve iki normal kattan oluşan binada, taşıyıcı sistem üzerinde yapılan incelemeler zemin katta kullanılmış kaplama ve alçı paneller nedeniyle kısıtlı, birinci normal katta bütün olarak gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı sistemde hasara rastlanmamıştır.

***Halk Eğitim Merkezi Müdürlüğü***

2000 öncesi inşa edilmiş zemin + bir normal katı olan betonarme çerce tipli bağımsız iki binadan oluşmaktadır. Bölme duvarlarında yerel çatlaklar ve ayrılmalar tespit edilmiştir yapısal hasar görülmemiştir. Binanın ön cephesindeki dolgu zemini tutan bir istinat duvarı bulunmaktadır. Zeminde ve duvarda olumsuzluk tespit edilmemiştir.

***Tut Spor Salonu (salon binası + yönetim ve tesis binası)***

Spor salonu taşıyıcı sistemi betonarme kolonlar ve çelik çatı makaslardan oluşmaktadır. Kolonlar binanın uzun doğrultusunda iki seviyede betonarme kirişlerle bağlanmıştır. Salon 2020 yapımı olup temel tipinin radye olduğu öğrenilmiştir. Spor salonunda yaygın bölme duvarı hasarları görülmüştür. Çelik çatı makasların kolon üzerindeki meslek bölgelerinde kenar kopması tespit edilmiştir. Ayrıca binanın planda uzun doğrultusundaki ekseni etrafında farklı oturmaya bağlı az miktarda dönme gözlenmiştir. Spor salonundan dilatasyonla ayrılan yönetim ve tesis binasında bölme duvarları hasarları yaygındır. Yapısal elemanlarında hasar görülmemiştir.

***Tut İlçe Eğitim Müdürlüğü***

Yol kotundan yüksekte zemin + bir normal kat betonarme çerçeve tipi binadır. Binaya bitişik tek katlı trafo yapısı bulunmaktadır. Yapılan incelemede herhangi bir hasar tespit edilmemiştir.

***Tut Gençlik Merkezi İnşaatı***

Tek katlı betonarme çerçeve tipli yapı olup, kaba yapı inşaatı tamamlanmıştır. Hasar gözlenmemiştir.

Tut İlçe Jandarma Komutanlığı Binaları

| | |
|---|---|
| • *1 No’lu Kule (Nizamiye) Binası* | Hasarsız |
| • *2 No’lu Nöbetçi Kulübesi* | Acilen yıkılması gerekmektedir |
| • *3 No’lu Nöbetçi Kulübesi* | Yıkık durumda |
| • *4 No’lu Nöbetçi Kulübesi* | Yıkık durumda |
| • *5 No’lu Nöbetçi Kulübesi* | Acilen yıkılması gerekme |
| • *Garaj ve Kömürlük Binası* | Orta hasar |

***Jandarma Komutanlığı Hizmet Binası***

Bina bahçesindeki doğal zemin ve kaplanmış alanda çöküntüler ve yarıklar bulunmaktadır. Bina bodrum + zemin + üç normal kattan oluşmaktadır. Bina çerçeve duvarlarında zeminden ayrılmalar vardır. Zemin katta binanın her iki cephesinde dış kolon-kiriş birleşimlerinde 0,1 mm civarı eğilme çatlağı görülmüştür. Bina hafif hasarlı durumdadır.

***Jandarma Komutanlığı Şehit Onur Boztemir Lojman Binası***

Bina bodrum + zemin + 4 normal kattan oluşmaktadır. Tespit edilen kirişlerdeki eğilme çatlağı, bazı kiriş-kolon birleşim bölgelerinde düşey ve çapraz eğilme çatlakları görülmüştür. Bodrum katta korozyon tespit edilmiştir. Binanın güçlendirilmesi gerekmektedir.

***Tut Aile Destek Merkezi (ADEM)***

Bina bodrum + zemin + 2 normal kattan oluşmaktadır. Zemin kat yüksekliği diğer katlardan daha fazladır. Taşıyıcı sistem elemanlarında hasar tespit edilmemiştir. Duvar hasarı mevcuttur.

Binanın yanında yer alan diğer binanın ağır hasarlı olması nedeniyle enkazı kaldırılana kadar incelenen bina üzerine devrilme riski bulunmaktadır.

***Antakya Belediyesi***

Antakya Belediyesi binası bodrum, zemin ve 3 normal kattan oluşmaktadır. Dıştan yapılan gözlemsel değerlendirmede, taşıyıcı olmayan dolgu duvarlarda diyagonal çatlaklar tespit edilmiştir. Meydana gelen depremlerde binanın yapısal bütünlüğünün korunduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte yapının çatı sisteminde deformasyonlar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 16).




**Şekil 16.** *Antakya Belediyesi*

***Hatay Büyükşehir Belediyesi Ek Hizmet Binası***

Zemin ve 1 normal kattan oluşan Hatay BB Ek Hizmet Binası yığma bir yapı olup yapısal bütünlüğünü korumuştur. Fakat teras çatı terasındaki parapet duvarların depremlerde hasar görerek göçtüğü görülmüştür. Ayrıca, yapının dış aksında bulunan taşıyıcı duvarların hasar gördüğü gözlenmiştir. Binayı çevreleyen bahçe duvarlarında hasarlar tespit edilmiştir (Şekil 17).



**Şekil 17.** *Hatay Büyükşehir Belediyesi Ek Hizmet Binası*

### *Hatay Ziraat Bankası*

2 katlı Hatay Ziraat Bankası tarihi bir yapıdır. Yapı depremler sonrasında tamamen göçmüştür. Yapı 2 katlı olmasına rağmen taşıyıcı elemanlarının kesit boyutlarının yetersiz olduğu düşünülmekte ve zemin kat üzerine göçtüğü görülmektedir. Bu yapıda sadece iskelet sisteminde değil, cephe duvarlarında da hasarlar meydana gelmiştir. Ayrıca yapıda döşeme hasarının da meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 18).



**Şekil 18.** *Hatay Ziraat Bankası*

### *Antakya Orman İşletme Müdürlüğü*

Yapının önceki görselleri incelendiğinde 4 kattan oluşan Antakya Orman İşletme Müdürlüğü binası depremler sonrasında tamamen göçmüştür. Dolayısıyla yapısal incelemenin yapılması mümkün değildir. Bu tarz bir göçmenin tek bir sebebe bağlı meydana gelmeyeceği kesindir. Malzeme kusurları, uygulama hataları, taşıyıcı sistem düzensizlikleri bu tarz yıkımlara neden olmaktadır. Detaylı inceleme ile kesin sonuçlar elde edilerek değerlendirilmelidir (Şekil 19).




**Şekil 19.** *Antakya Orman İşletme Müdürlüğü*

### *Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü*

Antakya Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü binası ve hizmet binaları incelenmiştir. İl müdürlüğü binasında taşıyıcı elemanların uç bölgelerinde kesme kırılması meydana gelmiştir. Ayrıca, lokal binası ve misafirhane binasını birleştiren bölgedeki kiriş uçlarında donatının akması ve betonun ezilmesi ile mafsallaşma meydana gelmiştir. Bina toptan göçmese dahi yapı ağır hasar almıştır. Acilen yıkılması gereken binalar içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir (Şekil 20).




**Şekil 20.** *Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Antakya*

### *Devlet Su İşleri Binası*

Devlet Su İşleri İl Müdürlüğü kampüsünde yer alan görseldeki bina 3 kattan oluşmaktadır. Yapı zemin kat üzerine kolon kiriş birleşim bölgelerinin mafsallaşması sonucunda göçmüştür. Yapının dış cephe duvarlarında diyagonal çatlaklar gözlenmiştir. Yapı ağır hasarlı olarak değerlendirilmiştir. Kolon elemanları bütünlüğünü korumasına rağmen birleşim bölgelerindeki donatı detay eksikliğinin bu göçmeye neden olduğu düşünülmektedir (Şekil 21).




**Şekil 21.** *Devlet Su İşleri Binası, Antakya*

### *Hatay Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü*

Zemin, 5 normal kat ve teras katından oluşan İl Tarım ve Orman Müdürlüğü binasında yapılan görsel incelemeler neticesinde taşıyıcı sistem hasarına rastlanmamıştır. Mw 7.7 büyüklüğündeki deprem etkisiyle meydana gelen yangın sonucunda taşıyıcı olmayan elemanlarda hasar olduğu gözlenmiştir. Yapı detaylı hasar tespiti yapılıncaya kadar kullanıma kapatılmıştır (Şekil 22).




***Şekil 22.*** *Hatay Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü*

### *Hatay Valiliği İl Emniyet Müdürlüğü*

Hatay Valiliği İl Emniyet Müdürlüğü binası bodrum, zemin ve 7 normal kattan oluşmaktadır. İncelenen binada yapının taşıyıcı sisteminde ileri seviyede bir hasar gözlemlenmemiştir. Yapısal olmayan dolgu duvar hasarları, dış cephe kaplamalarının deforme olması gibi hafif olarak değerlendirilebilecek hasarlar gözlenmiştir (Şekil 23).



***Şekil 23.*** *Hatay Valiliği İl Emniyet Müdürlüğü*

***Polis Akademisi Hatay Polis Meslek Eğitim Merkezi***

Polis Akademisi Hatay Polis Meslek Eğitim Merkezi'nde bulunan binalarda dolgu duvarlarda göçmeler meydana gelmiştir. Sağ alt görselde bulunan perde elemanında yetersiz paspayı, etriye sıklaştırmasının olmaması ve yetersiz donatı aderans eksikliği nedeniyle ağır hasar tespit edilmiştir. Yapının tekrar kullanılabilirliğine, detaylı yapısal değerlendirmeler sonucunda karar verilmelidir (Şekil 24).




**Şekil 24.** *Polis Akademisi Hatay Polis Meslek Eğitim Merkezi*

***İtfaiye Binası***

Şekildeki 2 katlı İtfaiye binasının kolonlarının çok narin olduğu gözlenmektedir. Zemin kat yüksekliğinin yüksek olması nedeniyle kat rijitliğinin düşük olması ve dış akstaki kirişin kolonu tam olarak kuşatmaması nedeniyle taşıyıcı sistem içerisindeki yük dağılımınının sağlanamadığı görülmüştür. Bu sebeplerden ötürü yapı giriş katında bulunan araçlar üzerine göçmüş ve askıda kalmıştır. Bu yapı ilgili bölgede güçlü kiriş zayıf kolon tanımına örnek olduğu düşünülmektedir. Bina yıkım kararı ile kaldırılmıştır (Şekil 25).




**Şekil 25.** *İtfaiye Binası, Antakya*

***Hatay Valilik Binası***

2 katlı tarihi yığma bir yapı olan Hatay Valilik binasının bir kısmı göçmüştür. 20 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Hatay Merkezli 6.4 büyüklüğündeki depremde kullanılamaz hale gelmiştir (Şekil 26).



***Şekil 26.*** *Hatay Valilik Binası*

***Hatay Vergi Dairesi Başkanlığı***

Bodrum, zemin ve 5 normal kattan oluşan Hatay Vergi Dairesi Başkanlığı binasının taşıyıcı sisteminin depremler etkisinde ileri yapısal hasarlar almayarak tamamen göçmediği gözlenmiştir. Yapısal olmayan dış cephe hasarları mevcuttur. Antakya bölgesinde sıkça görülen çatı hasarı bu yapıda da görülmüştür. Detaylı inceleme sonrasında meydana gelen hasarların elastik sınırlar içerisinde kalıp kalmadığı değerlendirilerek tekrar kullanımına karar verilebilir. Hatay Antakya bölgesinde sıkça görülen çatı hasarı bu yapıda da gözlemlenmiştir (Şekil 27).



***Şekil 27.*** *Hatay Vergi Dairesi Başkanlığı*

***Nurdağı Bilet Toplama İstasyonu***

Nurdağı bilet toplama istasyonunun hizmet binası göçmemiştir. Yapısal olmayan dolgu duvarlarda hasarlar mevcuttur. Dış cephe duvarları hasar görmüştür. Ayrıca, gişe girişlerindeki prefabrik elemanlar hasar görmüştür. Deprem etkisiyle gişe çatı ayakları talep deplasman değerlerini karşılayamayarak yanal deplasman sonucunda açılmış, bu da üzerindeki prefabrike kesitlerin göçmesine neden olmuştur. Rijit bağlantı gerektirmeyen bu elemanlar bölgesel olarak onarılabilir (Şekil 28).




***Şekil 28.*** *Nurdağı Bilet Toplama İstasyonu, Kömürler Gişeleri*

**Genel Değerlendirme**

İncelenen kamu binaları, genel olarak betonarme perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahip, döşemeleri kirişli plak sistem olan yapılardır. İncelen yapıların 1985-2017 yılları arasında imal edildiği, bu nedenle bazıların 1975, bazıların 1997, bazılarının 2007 yönetmeliğine tabi olduğu görülmektedir. 2007 sonrası yapılan binalarda genellikle kaplama ve asma tavan bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu bölümde incelenen az sayıdaki kamu binasının 1975 Deprem Yönetmeliği'nin geçerli olduğu yıllarda inşa edildiği söylenebilir. Yeni inşa edilen binalarda nervürlü donatı ve hazır beton kullanıldığı belirtilebilir.

2000'li yıllarda inşa edilen ve hizmete açılan betonarme kamu binalarında oluşan başlıca hasarlar aşağıdaki gibi verilebilir:

• Betonarme binaların perde-çerçeve taşıyıcı sistem elemanları olan perde, kolon ve kirişlerde yapısal hasar tespit edilmemiştir.

• Kamu binalarında yatay delikli tuğla kullanımı yaygındır. Bölme duvarlar hasarları çoğunlukla düşey ve yatay ayrılma çatlakları,  diyagonal ve X çatlakları şeklinde olup, yaygın sıva dökülmeleri mevcuttur.

• Bazı kamu binalarında merdiven sisteminde hasarlar meydana gelmiştir. Onarım ve güçlendirme gereken bu hasarlar, merdiven kolu ile sahanlık plağı birleşimlerinde oluşmuştur. Merdiven kaplamalarında kırılma ve yerinden ayrılmalar da gözlenmiştir.

• Asansör kapısı çevresinde kullanılan ağır mermer veya taş kaplamalar, ıslak zeminlerde fayans dökülmesi gözlenmiştir.

• Bazı kamu binalarında, dış cephe kaplamalarında (granit vb. taş görünümlü) dökülmeler meydana gelmiştir.

• Bazı kamu binaları çevresinde zeminde yer yer oturma ve kabarmalara rastlanmıştır. Bu durum kaldırımlarda ve kilitli taş döşemelerde farklı kotların oluşmasına neden olmuştur.

## 3.5. Otel-Pansiyon-Lojman Binalarında Gözlemlenen Hasarlar

***Perre Turizm Lisesi Pansiyonu***

Bodrum + zemin + üç normal kattan oluşan pansiyon binasının Perre uygulama otelinin hemen yukarısında yer almaktadır. Bina perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahiptir.

Yerinde yapılan incelemelerde gerek bodrum kat bant pencere kenarlarındaki yapısal olmayan elemanlarda gerekse üst yapı taşıyıcı sisteminde herhangi bir hasar görülmemiştir.

Binanın bölme duvarlarının bir kısmında taşıyıcı sistem elemanlarından hafif düzeyli yatay ve düşey ayrılma türü çatlaklar ile yer yer kılcal düzeyli kayma çatlakları görülmüştür. Bina çevresinde dolgu üzerine teşkil edilmiş kaldırım ve merdivenlerde oturma kaynaklı bozulmalar bulunmaktadır.






**Şekil 3.58.** *Perre Lise Pansiyon binası*

***Perre Uygulama Oteli***

Bodrum + zemin + 5 normal kattan oluşan bina birbiriyle diletasyon ile ayrılmış A, B, C ve D bloklarından oluşmaktadır. Her bir bloğun taşıyıcı sistemi betonarme perde-çerçeveler ile teşkil edilmiştir.

Yerinde yapılan incelemelerde hiçbir blokta taşıyıcı sistem hasarı görülmemiş olup, bölme duvarlarında yer yer diyagonal kayma çatlakları bulunmaktadır.

Binanın girişindeki lobinin hemen sol tarafında yer alan oturma alanı binanın tüm yüksekliğini kapsayan kat yüksekliğine ve cam cepheye sahip olup, bu bölgenin yan cephelerindeki cephe duvarlarında kayma çatlakları bulunmaktadır.

Otel binasında taşıyıcı sistemin herhangi bir hasara maruz kalmamış olması dolayısıyla kullanılmasında sakınca olmadığı görüş ve kanaatine varılmıştır. Yukarıda bahsedilen lobi kenarı oturma alanında devrilme tehlikesi bulunan duvar nedeniyle bu hacmin kullanılması önerilmemektedir.



***Şekil 3.59.*** *Perre Turizm Uygulama Oteli*

***Tut İlçesi Kaymakamlık Lojmanı***

Bodrum, zemin ve bir normal kattan oluşan betonarme çerçeve sistemli yapıda bölme duvar sıva çatlakları dışında herhangi bir yapısal hasara rastlanmamıştır.



***Şekil 4.60.*** *Kaymakamlık Lojmanı binasının genel görünüşü*

### *Antakya Savon Otel*

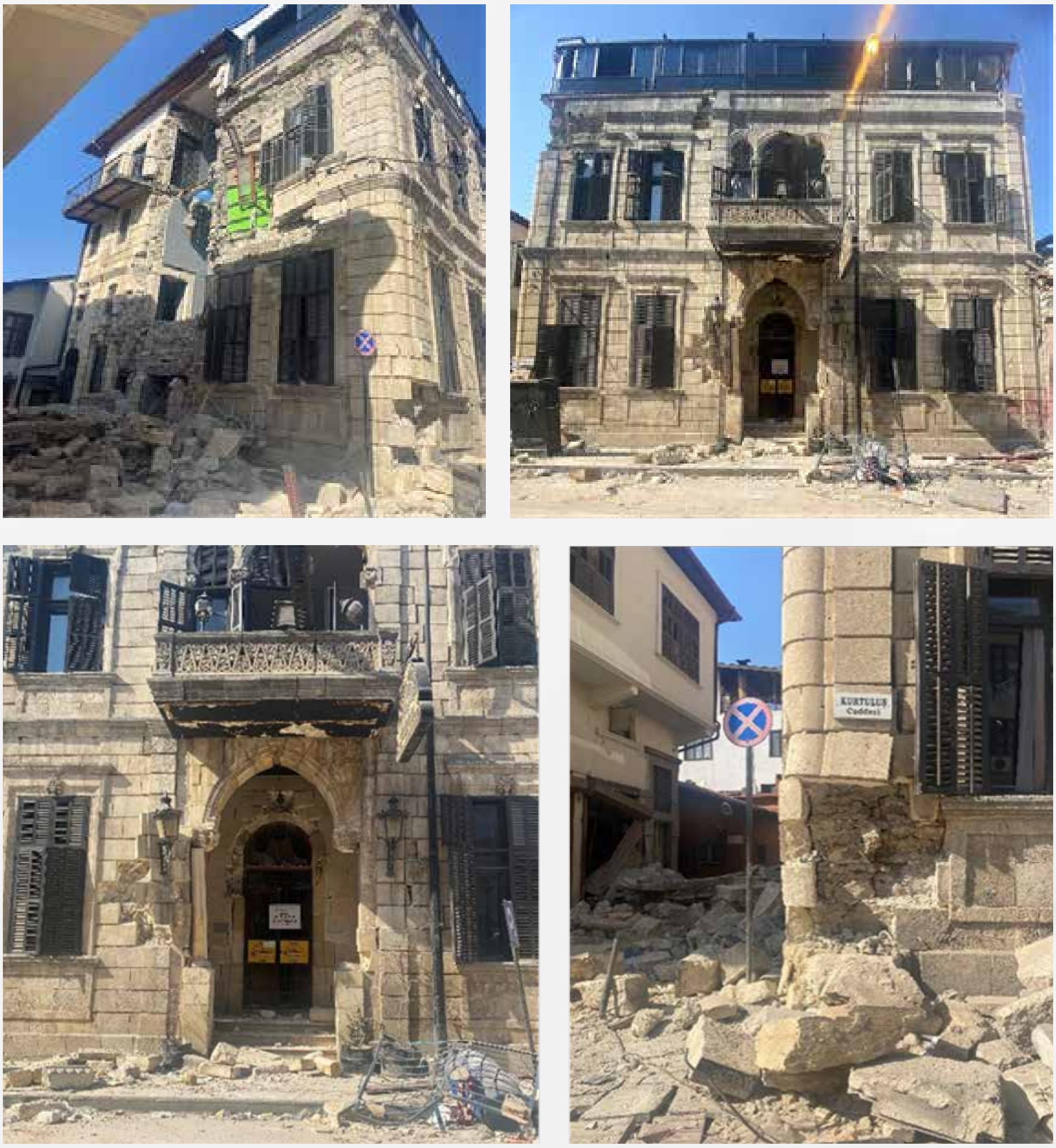
Otel 4 yanı çevrili kapalı bir bahçeden oluşan tarihi birinci kat ve sonradan eklenen 1 kat ile birlikte 2 katlı bir yapıdır. İncelenen otelde, kemer ile döşeme bağlantıları arasında deformasyonlar gözlenmiştir. Taş duvar ile betonarme elemanlar arasında hasarlar meydana gelmiştir. Döşeme elemanlarında yapısal olmayan hasarlar tespit edilmiştir. Taş duvar kaplamaları deforme olmuştur. Çatı sisteminde meydana gelen hasar onarılabilecek düzeydedir. İç mekan kaplamalarında ve dış mekan taşlarında onarılabilecek seviyede hafif hasar mevcuttur. Kemer yapısında meydana gelen çatlamaların kemerde yapısal taşıyıcılığa hasar vermediği görülmüş olmakla birlikte onarım gerektirdiği önerilmiştir. Ayrıca otelin iç bahçesine inen merdivende ayrılma görülmüştür. Bu merdiven kullanıma kapatılmıştır (Şekil 29).



**Şekil 29.** *Savon Otel, Antakya*

***Antakya The Liwan Deluxe Hotel***

Otel, Antakya’nın soylu ailelerinden Halefoğlu ailesine ev sahipliği yapmıştır. Restorasyon ile binanın tarihi kimliğine zarar verilmeden otele dönüştürülmüştür. Otel 2 kat ve bir teras restoran katından oluşmaktadır. Otelin sol cephesindeki yığma duvar ve döşemelerin tamamen göçtüğü eski fotoğraflarından anlaşılmaktadır. Aynı zamanda dış cephe taş duvar kaplamalarının döküldüğü görülmüştür. Giriş kapısında yer alan barok tarzı sütunlardan biri kemer ve alt birleşimlerinden tamamen ayrılmıştır, diğeri ise hasar görmüştür. Yapı iç kısımlarında incelemeler gerçekleştirilememiştir. Detaylı incelemeler ve restorasyon gereksinimi ile yeniden değerlendirilmelidir (Şekil 30).



**Şekil 30.** *The Liwan Deluxe Hotel, Antakya*

## 3.6. Cami Yapılarında Gözlemlenen Hasarlar

Adıyaman'ın Çelikhan ilçesinde bulunan sekiz adet camii, iki adet Kuran kursu, bir adet Müftü Lojmanı ve İlçe Jandarma Komutanlığı binası incelenmiş ve hasar durumları tespit edilmiştir. Camiler genelde kadınlar mahfili ve cemaat alanından oluşmakta olup, bazılarının alt katları bodrum ve zemin kat olarak farklı amaçlarla kullanılmaktadır.

Bu camilerden Ali Can Camii hariç diğerleri betonarme çerçeve olarak inşa edilmiş olup, yedi tanesinin çoğunda kılcal duvar hasarları mevcut olup taşıyıcı sistemlerinde yapısal hasarlar görülmemiştir. Taşıyıcı sisteminde yapısal hasar tespit edilmemiş olan camiler; Ulu Cami-Çelikhan Müftülüğü (Şekil 3.61), Ali Can Camii, Başpınar Camii (sadece minaresi yıkılmış) Yunus Emre Camii-Kuran Kursu, 15 Temmuz Camii, TOKİ Camii ve Pınarbaşı Camileridir. Bu yapılar taşıyıcı olmayan sistemlerinde yapılacak onarım ve bakımından sonra kullanılabilecek durumdadır.



***Şekil 3.61.*** *Ulu Cami ve Çelikhan Müftülüğü Camiinin dıştan ve içten görüntüsü*

Merkez Camii (Şekil 3.62) zemin kat ve camii katından (yapı sistemi olarak kadınlar mahfili ve cemaat alanı) oluşmaktadır. İki şerefeli minarenin uç bölgesi yıkılmış olup, birinci şerefenin alt kısmında, gövdede taşıyıcı sistem hasarları mevcut olup diğer kısımlarda yapısal hasarlar bulunmamaktadır.



***Şekil 3.62.*** *Merkez Cami ve hasarlı minaresi*

Kuran kurslarından Mehmet Akif Ersoy Yatılı Kız Kuran Kursu binasının duvarlarında büyük hasarlar oluşmuş, taşıyıcı sisteminde de çatlaklar tespit edilmiştir (Şekil 3.63). Bu çatlakların çoğu X, yatay ve düşey çatlak tipindedir. Bina orta hasar düzeyinde olup, güçlendirilerek kullanılabilecek durumdadır.



***Şekil 3.63.*** *Mermet Akif Ersoy Yatılı Kız Kuran Kursu*

Müftü Lojmanı ve Kuran Kursu'nda büyük hasarlar oluşmuş olup, kısmi bodrum katları göçmüş, bina devrilme konumuna gelmiştir (Şekil 3.64). Bina ağır hasarlı olup acilen yıkılması gerekir.  Bu binanın alt katı Kuran kursu olarak kullanılmaktadır. Eğimli bir arazide inşa edilmiş olan bu yapının düşük kottaki kolonlarının daha çok hasar aldığı belirlenmiştir. Ayrıca Çelikhan Müftüsü'nün deprem esnasında en üst katında ikamet ettiği, yapının ilk depremde asıl hasarı aldığı ve bu esnada ailesiyle birlikte yaralanmadan yapıyı terk ettiği, ikinci depremde yapının durumunun çok değişmediği ifade edilmiştir. Bu olay, bu bölgedeki esas yıkımın ilk depremde meydana geldiğinin bir göstergesidir.



***Şekil 3.64.*** *Müftü Lojmanı ve Kuran Kursu*

Hatay ili ve ilçelerinde 11 cami ve 1 kilise, Nurdağı'nda da 1 cami binası incelenmiş ve hasar durumları tespit edilmiştir. Camiler genelde kadınlar mahfili ve cemaat alanından oluşmaktadır.

Hatay ili, ilçeleri ve Nurdağı'nda bulunan camii ve kilise binaları incelenmiş ve hasar durumları tespit edilmiştir. İncelenen camilerde genel olarak minareler toptan göçmüştür. Göçen mineralerden bazıları etrafındaki yapılara ve araçlara zarar vermiştir. Ayrıca yapısal sistemler ayakta durmasına rağmen dolgu duvarlarda büyük oranda hasarlar tespit edilmiştir. Tarihi cami minareleri taş duvarlar ile inşa edildiği için deprem kuvvetlerine karşı koyamamışlardır. Yeni camilerin minarelerinde ise donatılardaki bindirme boylarındaki eksiklik nedeniyle göçmelerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Dolgu duvarlarda meydana gelen hasarlar, camilerin mimarisinin getirdiği büyük bloklar halinde tasarlanan dolgu duvarların taşıyıcı sistemler ile birlikte hareket etmemesinden kaynaklanmaktadır.



**Şekil 31.** *Antakya Küçük Sanayi Sitesi Cami*

Habibi-i Neccar Camii 7.yüzyılda inşa edilmiş ve sonrasında birçok kez restorasyon işlemi görmüştür. Deprem ile birlikte kubbe ve minaresi toptan göçmüştür. Kubbe basınca çalışacak şekilde modellenmiştir. Fakat kubbenin oturduğu kasnağın gelen yükleri taşımaması sebebiyle kubbenin çekme gerilmelerine karşı zorlandığı ve göçtüğü belirtilebilir. Minare taşları arasında yeterli basınç dayanımı olmaması sebebiyle göçmüştür. Camii incelemeye kapalı olmasından ötürü dışarıdan gözlem yapılmak durumunda kalınmıştır (Şekil 32).




***Şekil 32.*** *Habib-i Neccar Camii*

Selim Er Camii minare donatılarında yetersiz bindirme boyu olmasından dolayı toptan göçmüştür (Şekil 33).



***Şekil 33.*** *Selim Er Camii, Nurdağı*

1571 yılı Osmanlı dönemi camisi olan Şeyh Ali Camii'nin kubbe ve minaresi tamamen göçmüştür. Yığma duvarlarında hasarlar meydana gelmiştir. Habib-i Neccar Camii'sinde görülen benzer davranış burada da söz konusudur.







***Şekil 34.*** *Şeyh Ali Camii, Antakya*

Şekil 35’de görüldüğü gibi yine donatı bindirme boyu hatası sebebiyle minare göçmesi ve  bazı camilerde de dolgu duvar hasarları görülmüştür.



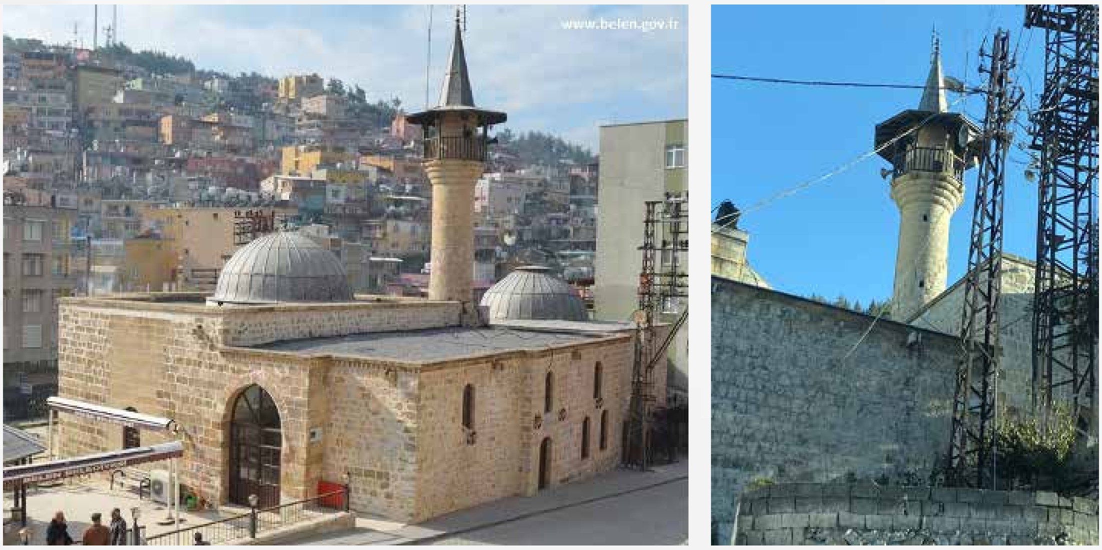
***Şekil 35.*** *Hatay’da hasar görmüş ve minareleri göçmüş bazı camiler*

Mülayim Ulu Camii depremde ağır hasar almamasına rağmen minare alt bölgesinde kırılma olmuştur (Şekil 36).



***Şekil 36.*** *Mülayim Ulu Camii, Erzin Hatay*

Kanuni Sultan Süleyman Camii, Kanuni Sultan Süleyman tarafından yaptırılmıştır ve günümüzde de ibadete açıktır. Cami minaresinde çatlaklar mevcut olmasına rağmen onarım ve bakım yapıldıktan sonra kullanılmaya devam edebilecek durumdadır (Şekil 37).




***Şekil 37.*** *Kanuni Sultan Süleyman Camii, Belen Hatay*

Kırıkhan-Hatay'da bulunan Muhabbet Camii 2014 yılında hizmete açılmıştır. Depremde ciddi hasar almamış fakat külahı ve alemi düşmüştür (Şekil 38).



***a)*** *Depremden önceki durumu* ***b)*** *Deprem sonrası*

***Şekil 38.*** *Muhabbet Camii, Kırıkhan/Hatay*

Antakya Anayazı yolu üzerinde bulunan camii yapısı tasarım hatası sebebiyle toptan göçmüştür. Kubbe elemanının doğrudan düşey elemanlara oturtulması burada yapının taşıyıcı sisteminin yetersiz kalmasına sebep olmuştur. Ayrıca yine minare yapısı diğer camilerde görülen benzer hasar sebebiyle göçmüştür (Şekil 39). Camiinin ismi kesin olarak bilinemediğinden koordinatları aşağıda verilmiştir.



***Şekil 39.*** *Camii (36.31820 K , 36.20106 D)*

Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Sökmen Kampüsü'nde yer alan Hacı Mehmet Alkan Camii Kompleksi'nde dış cephede hafif kaplama hasarları mevcuttur (Şekil 40).



***Şekil 40.*** *Mustafa Kemal Üniversitesi Hacı Mehmet Alkan Camii Kompleksi Koordinat*

***Hatay Protestan Kilisesi***

Fransızlar döneminde elçilik ve banka olarak kullanılan bina 2000 yılında kilise olarak tanınmıştır. Yapı, göçmeden önceki halinde görüldüğü gibi zemin ve 2 kattan oluşan yığma bir yapıdır. Yapı döşemesinin ilgili depreme dayanacak kadar rijit ve yığma duvar bileşenlerinin yeterli dayanıma sahip olmamalarının, yapının göçmesinde etkili olmuş olabileceği düşünülmektedir (Şekil 41).



**a)** *Depremden önceki durumu*




**b)** *Deprem sonrası*

**Şekil 41.** *Hatay Protestan Kilisesi, Antakya*

## 3.7. Hasar Görmemiş Binalar

12 ve 13 Şubat tarihlerinde Adıyaman'ın Merkez, Tut ve Çelikhan ilçeleri ile Pınarbaşı beldesinde yapılan gözlemlerde bazı kamu yapıları ile özel yapıların her iki depremi de hasarsız atlatmış oldukları tespit edilmiştir. Hasarsız binalar arasından inşa tarihi eski olanların genellikle az katlı yapılar, 1998 tarihli Deprem Yönetmeliğine uygun olarak 2000 yılı ve sonrasında inşa edilmiş yapılar arasından iyi bir mühendislik hizmeti almış olduğu görülen ve mevcut yapı malzemelerine ait kalitelerin gözle görülür düzeyde iyi olduğu anlaşılan binalar olduğu ifade edilebilir.

Hasar görmemiş bazı kamu yapılarına ait örnekler aşağıda verilmektedir.

***Çelikhan Aile Sağlığı Merkezi***

Zemin kat + 1 normal kattan oluşan iki katlı bina betonarme perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahiptir. Yapılan incelemede hasar tespit edilmemiştir.



**Şekil 3.65.** *Çelikhan İlçesi ASM binası*

### *Tut İlçesi Devlet Hastanesi Lojmanı*

2015 senesinde imal edilmiş, bodrum + zemin + 2 normal katlı betonarme perde + çerçeve sistemlidir. Yapılan incelemede çatlak/hasar tespit edilmemiştir..



**Şekil 3.66.** *Tut İlçesi Devlet Hastanesi Lojmanı*

### *Boyundere Hatice Yıldırım Ortaokulu*

Zemin + 1 normal katlı betonarme perde + çerçeve tipi yapıdır. Taşıyıcı sistemi düzenli ve simetriktir. Hasar tespit edilmemiştir.



**Şekil 3.67.** *Boyundere Hatice Yıldırım Ortaokul binası*

***Adıyaman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Ek Hizmet Binası***

Yapı sismik izolasyonlu olup kaba inşaat ve tefrişatın büyük bölümü tamamlanmış, ancak henüz hizmete açılmamıştır. Yapılan incelemede yapısal veya yapısal olmayan bir hasar tespit edilmemiştir. İzolatör katında yapılan incelemede sürtünmeli sarkaç tipi izolatörlerde bir miktar kalıcı deformasyon tespit edilmiştir.



**Şekil 3.68.** *Sismik izolasyonlu Adıyaman EAH binası*

***Hatay Milli İrade Anadolu İmam Hatip Lisesi***

Hatay'ın Antakya ilçesinde bulunan Milli irade anadolu imam hatip lisesi, zemin ve 3 kattan oluşmaktadır. Perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapının dıştan incelemeler sonucunda deprem öncesi sahip olduğu servis güvenliği ile kullanımına devam edilebileceği kanaatine varılmıştır (Şekil 42).



**Şekil 42.** *Hatay Milli İrade Anadolu İmam Hatip Lisesi, Antakya,Hatay*

***Cemil Şükrü Çolakoğlu İlkokulu***

Cemil Şükrü Çolakoğlu İlkokulu, zemin ve 2 normal kattan oluşan bir yapıdır. Okul arsasının Asi Nehri yatağına yakın olması ve imarda yapılan bazı teknik hatalardan dolayı 1972 yılında bina onarıma alınmıştır. İki yıl süren çalışma sonunda yapılan yenileme çalışmaları, Antakya 1. derece deprem kuşağında yer alması göz önünde bulundurularak uzmanlarca tatmin edici bulunmamıştır. Bunun üzerine okul binası devlet tarafından yıktırılmış ve yeni bina girişimleri başlamıştır. 2022 yılında okul yapısı tekrar güçlendirme kapsamına alınmış, 17 Eki 2022 tarihinde eğitim aynı okul binasında devam ettirilmiştir (Şekil 43).



**Şekil 42.** *Cemil Şükrü Çolakoğlu İlkokulu, Defne,Hatay*

***Sümerler Ortaokulu***

Sümerler Ortaokulu, zemin ve üç normal kattan oluşan binada, taşıyıcı sistem üzerinde yapılan incelemeler sonucunda hasara rastlanmamıştır (Şekil 44).



**Şekil 44.** *Sümerler Ortaokulu, HATAY, DEFNE*

### *Mustafa Kemal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu*

Mustafa Kemal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu 1993 yılında kurulmuş ve eğitimine başlamıştır. Dıştan incelemeler sonucunda taşıyıcı elemanlarda hasar gözlemlenmemiştir (Şekil 45).




**Şekil 45.** *Mustafa Kemal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Alahan/Antakya/Hatay*

### *Hatay Mustafa Kemal Yaban Hayvanı Kurtarma ve Rehabilitasyon Merkezi*

Hatay Mustafa Kemal Yaban Hayvanı kurtarma ve rehabilitasyon merkezi zemin ve 1 normal katlı, betonarme perdeli çerçeve tipi bir yapıdır. Taşıyıcı sistemi düzenli ve simetriktir. Hasar tespit edilmemiştir (Şekil 46).




**Şekil 46.** *Hatay Mustafa Kemal Yaban Hayvanı Kurtarma ve Rehabilitasyon Merkezi*

### *Belen Devlet Hastanesi*

Belen Devlet hastanesi 3.930 metrekare alanda kurulmuştur. Yapının inşaatına 2021 yılı Şubat ayında başlanmış olup deprem olduğu tarihte yapı kullanımda değildir. Zemin ve 2 normal kat olan yapıya dıştan yapılan incelemeler sonucunda yapısal ve yapısal olmayan elemanlarında hasar gözlemlenmemiştir (Şekil 47).




**Şekil 47.** *Belen devlet hastanesi, Belen,Hatay*

### *Belen Anadolu İmam Hatip Lisesi*

2019 yılında yapımı tamamlanan zemin ve 2 normal kattan oluşan Belen Anadolu İmam Hatip Lisesi'nde yapılan incelemede çatlak veya yapısal hasar tespit edilmemiştir (Şekil 48).




**Şekil 48.** *Belen Anadolu İmam Hatip Lisesi, Belen,Hatay*

### 3.8. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Genel Tespitleri (16.02.2023)

16 Şubat 2023 tarihi itibariyle Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca depremden etkilenen bölgelerde yürütülen hasar tespit çalışmaları kapsamında 481 bin 865 binada ön hasar tespitlerinin tamamlandığı bildirilmiştir. Bunlardan 61.722 adedi halihazırda toptan göçmüş; ağır hasarlı ya da stabilite sorunu olan ve acilen kontrollü yıkımı gerektiren binalardır. Diğer bir deyişle incelenen binaların yaklaşık % 13'ü depremlerin hemen ardından kullanılamaz duruma gelmiştir. Bu orana orta hasarlı olduğu tespit edilen 13.917 adet bina eklendiğinde, depremler sonrasında kullanılması mümkün olmayan bina oranı yaklaşık olarak % 16'ya ulaşmaktadır. Bu binaların toplamı 350.473 adet bağımsız birime karşı gelmektedir.

İnceleme kapsamındaki binalardan 121.515 adedi hafif hasarlı; 229.023 adedi ise hasarsız olup, toplamda 1.665.377 adet bağımsız ünitenin her iki depremi en çok yapısal olmayan hafif hasarlar ile atlatmış olduğu anlaşılmaktadır.

Hasar tespitlerine ait il bazında dağılım Tablo 3.4'te verilmektedir.

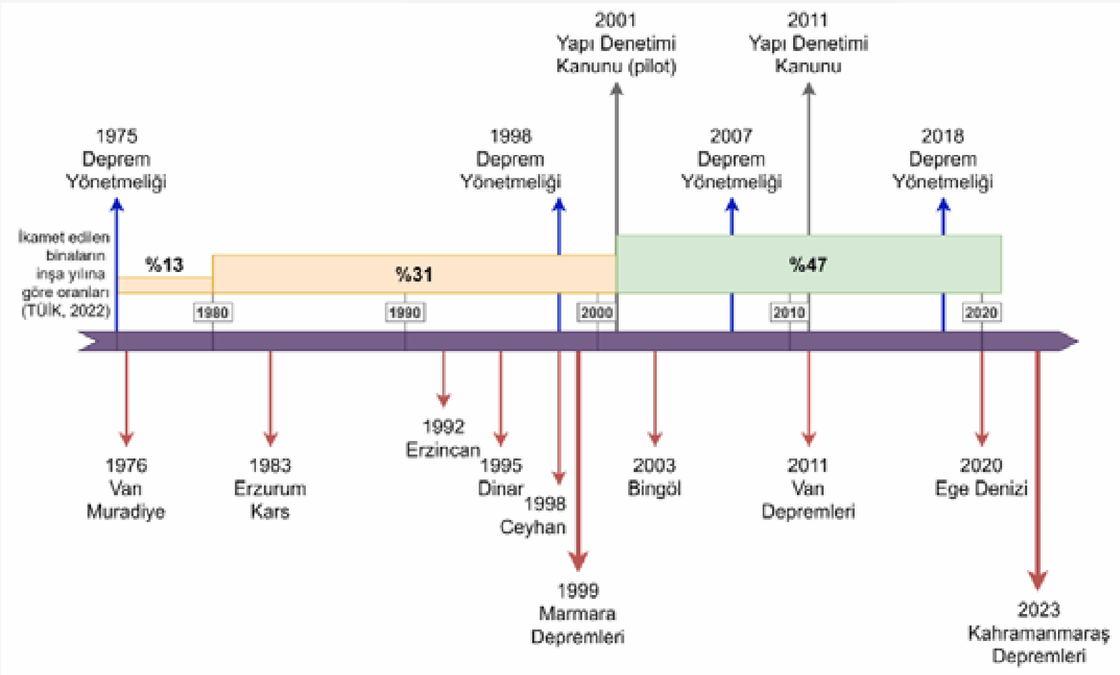
***Tablo 3.4.*** *ÇŞİDB Hasar Tespit Bulguları (16.02.2023 itibariyle)*

| | Hasarsız | Hafif | Orta | Ağır+ | Toplam |
|---|---|---|---|---|---|
| Adana | 5.313 | 1.688 | 304 | 59 | **7.724** |
| Adıyaman | 9.310 | 11.694 | 2.613 | 6.990 | **34.578** |
| Diyarbakır | 18.039 | 6.725 | 718 | 643 | **27.969** |
| Elazığ | 723 | 1.460 | 138 | 664 | **3.114** |
| Gaziantep | 89.092 | 29.471 | 4.361 | 12.964 | **156.482** |
| Hatay | 29.188 | 17.212 | 2.827 | 15.248 | **68.116** |
| Kahramanmaraş | 25.420 | 20.556 | 1.058 | 12.980 | **69.577** |
| Kilis | 2.849 | 2.208 | 137 | 812 | **6.608** |
| Malatya | 7.463 | 8.960 | 945 | 8.365 | **32.344** |
| Osmaniye | 22.041 | 8.034 | 266 | 2.531 | **34.797** |
| Şanlıurfa | 19.585 | 13.507 | 550 | 466 | **39.557** |

## 3.9. Türkiye'de Yapı Yönetmelikleri ve Mevzuatının Gelişimi ve 2000 Yılı Sonrası Yapılan Yapıların Durumu

Şekil 3.69'da ülkemizde ikamet edilen bina sayısının toplam bina stoğuna olan oranı (%), 1975 yılı itibariyle meydana gelen büyüklüğü yüksek depremler ile yapı yönetmelikleri ve mevzuat açısından önemli gelişmeler bir arada gösterilmiştir. Şekilden, ikamet edilen binaların yaklaşık olarak yarısının 2000 yılı ve sonrasında inşa edildiği görülmektedir.

Hasar tespitlerine ait il bazında dağılım Tablo 3.4'te verilmektedir.



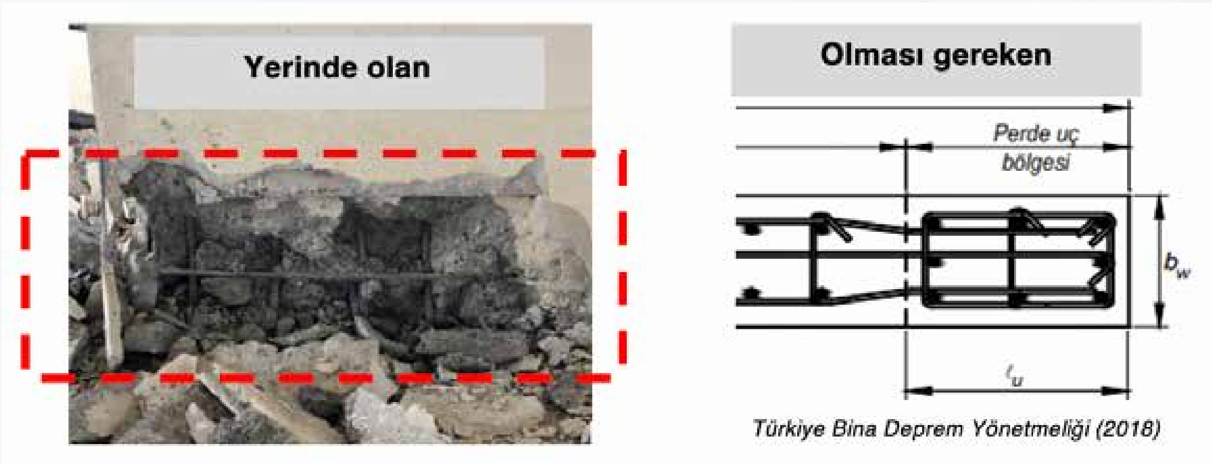

***Şekil 3.69.*** *Ülkemizde ikamet edilen bina sayısının toplam bina stoğuna olan oranı, 1975 yılı itibariyle meydana gelen büyüklüğü yüksek depremler ile yapı yönetmelikleri ve mevzuat açısından önemli gelişmeler*

Deprem Yönetmeliğinde 1975'ten sonraki revizyonlar, binaların sismik tasarımına önemli iyileştirmeler getirmiştir (İlki ve Celep, 2012). Örneğin, süneklik kavramı ilk kez 1975 Deprem Yönetmeliğinde eleman ve yapı düzeyinde yer almıştır. Kapasite tasarımının ilkeleri, sismik tasarım için önemli detaylandırma konuları ile birlikte 1998 Deprem Yönetmeliği ile getirilmiştir. Deprem Yönetmeliğinin 2007 versiyonunda ise mevcut binaların sismik değerlendirmesi ve güçlendirmesi için ilgili gerekliliklerin kapsama alınması ile birlikte yer-değiştirmeye dayalı tasarıma yönelik çok önemli bir adım atılmıştır. Bunların yanı sıra, 2000 yılında betonarme yapıların tasarım ve yapım kurallarının belirlendiği TS500 standardı, 2001 yılında ise 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun yürürlüğe girmiştir. Tüm bu sebeplerle, yapı yönetmelikleri ve mevzuat açısından değerlendirildiğinde, 2000 yılı bir milat olarak kabul edilebilir. Buna paralel, 6 Şubat 2023'de Kahramanmaraş merkezli depremlere maruz kalan 11 ilde yapım yıllarına göre yıkılan bina sayı ve oranlarının sunulduğu Tablo 3.5'te yıkılan binaların sadece %3.1'inin 1999 yılı ve sonrasında yapılan yapılar olduğu görülmektedir. Bu yıkımların ve/veya ağır hasarın en başta gelen sebeplerinin, Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası da gözlendiği üzere, taşıyıcı sistem düzenlenmesinde yapılan hatalar, niteliksiz malzeme kullanımı, beton yerleşimi, kürü ve donatı montajı ve detaylandırması sırasında yapılan uygulama hataları, rijit diyafram olarak davranış göstermeyen döşeme sistemlerinin kullanımı olduğu düşünülmektedir **(Şekil 3.70, Şekil 3.71, Şekil 3.72).**

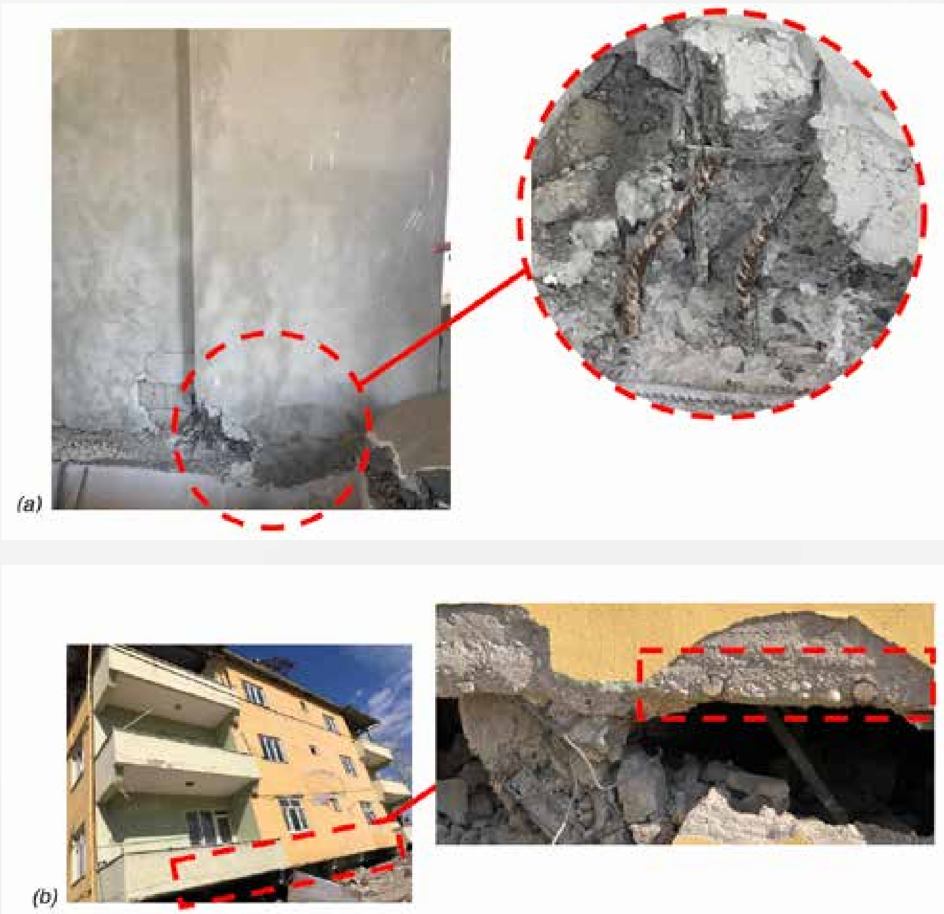
***Tablo 3.5.*** *6 Şubat 2023'de Kahramanmaraş merkezli depremlere maruz kalan 11 ilde yapım yıllarına göre yıkılan bina sayı ve oranları*

| İl | Toplam bina sayısı | 1999 sonrası inşa edilen bina sayısı | Yıkık bina sayısı | Eski bina sayısı (Yapım yılı 1999 öncesi) | Yeni bina sayısı | Eski bina (%) | Yeni bina (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Adana | 430.827 | 139.368 | 18 | 17 | 1 | 94.4 | 5.6 |
| Adıyaman | 119.307 | 60.911 | 2.742 | 2.610 | 132 | 95.2 | 4.8 |
| Diyarbakır | 222.463 | 121.364 | 174 | 174 | 0 | 100.0 | 0.0 |
| Elazığ | 122.386 | 59.391 | 1 | 1 | 0 | 100.0 | 0.0 |
| Gaziantep | 307.841 | 130.875 | 2.665 | 2.571 | 94 | 96.5 | 3.5 |
| Hatay | 351.029 | 150.280 | 5.885 | 5.755 | 130 | 97.8 | 2.2 |
| Kahramanmaraş | 172.581 | 76.350 | 3.746 | 3.582 | 164 | 95.6 | 4.4 |
| Kilis | 245.205 | 112.615 | 289 | 289 | 0 | 100.0 | 0.0 |
| Malatya | 381.746 | 250.783 | 2.335 | 2.299 | 36 | 98.5 | 1.5 |
| Osmaniye | 37.501 | 21.970 | 232 | 227 | 5 | 97.8 | 2.2 |
| Şanlıurfa | 144.452 | 67.276 | 63 | 63 | 0 | 100.0 | 0.0 |
| **Toplam** | **2.535.238** | **1.191.183** | **18.150** | **17.588** | **562** | **Ort:96.9** | **Ort:3.1** |

https://www.csb.gov.tr/




***Şekil 3.70.*** *Yetersiz donatı detayına sahip betonarme perde uç bölgesi (kapalı etriye düzenlenmemesi, etriye kancalarının 135 derece açı ile yapılmaması, çiroz kullanılmaması)*




***Şekil 3.71.*** *İşçilik hataları (a) Perde duvarda temelden gelen donatıların düz olarak yukarı devam etmeyerek moment aktarımı yapamayacak şekilde bükülmesi, (b) Kirişte daire kesitli ahşap parçalar bulunması*




***Şekil 3.72.*** *Düzenli olmayan taşıyıcı sistem/Hatalı donatı detaylarına sahip asmolen döşeme kullanımı*

**Kaynaklar**

*Ilki, A., Celep, Z. (2012). Earthquakes, existing buildings and seismic design codes in Turkey. Arabian Journal for Science and Engineering, 37, 365-380.*

*TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Sayı: 45870, Bina ve konut nitelikleri araştırması, 2021. https://www.csb.gov.tr.*

## 3.10. Önüretimli Yapılarda Gözlemlenen Hasarlar

Önüretimli binalarda, kirişlerin ve aşıkların birleşim problemleri nedeni ile sistemden ayrıldığı, kısa konsollarda ve kirişlerin kısa konsollara mesnetlenmiş olan bölgelerinde betonda hasarlar/dökülmeler oluştuğu gözlenmiştir. Göçmelerin görüldüğü yapı elemanlarının yanında hasarlı somun ve plakalar görülmüştür (Şekil 3.72).




***Şekil 3.72.*** *Önüretimli yapılarda meydana gelen hasarlar*

### 3.11. Yüksek Yapılarda Gözlemlenen Hasarlar

İncelenen yüksek yapılarda (30 kat ve üzeri) yapılan gözlemler neticesinde binanın taşıyıcı elemanlarında yaşanan depremlerden kaynaklanmış olan ve yapının deprem güvenliğini etkileyecek bir hasar gözlenmemiştir. Gözlemlenebilen hasarlar sınırlı düzeyde sıva çatlakları ve duvar-taşıyıcı eleman ara yüzlerinde oluşan ayrılmalardır (Şekil 3.73).




***Şekil 3.73.*** *Yüksek yapılarda meydana gelen hasarlar*

### 3.12. Minarelerde Görülen Hasarlar

Minareler ile ilgili en sık görülen hasarların, genellikle, şerefe, gövde ve külah kısımlarında meydana geldiği gözlenmiştir. Minare merdivenlerinin şerefenin üst kısmında bulunmaması, rijitlik değişimine yol açabilmektedir. Bu bölgede yeterli önlemin alınmaması, minarelerin şerefe üstünde kalan kısımlarının göçmesiyle sonuçlanmıştır (Şekil 3.74a). Minare gövdelerinde eğilme etkilerinin en büyük olduğu alt uçlarda hasarların yoğunlaştığı görülmüştür. Kesme taşlar ve bağlayıcı malzemenin uygun kullanılmamasının minarelerin bütünlüğünün bozulmasına yol açmış olabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 3.74b). Bütünlüğünde herhangi bir hasar görülmeyen bazı minarelerin, külahlarının ortasında ayrılmalar görülmüştür. Bu duruma külahta bulunması gereken bağlantıların uygun şekilde teşkil edilmemesinin yol açtığı düşünülmektedir (Şekil 3.74c).

*(a)*



*(b)*



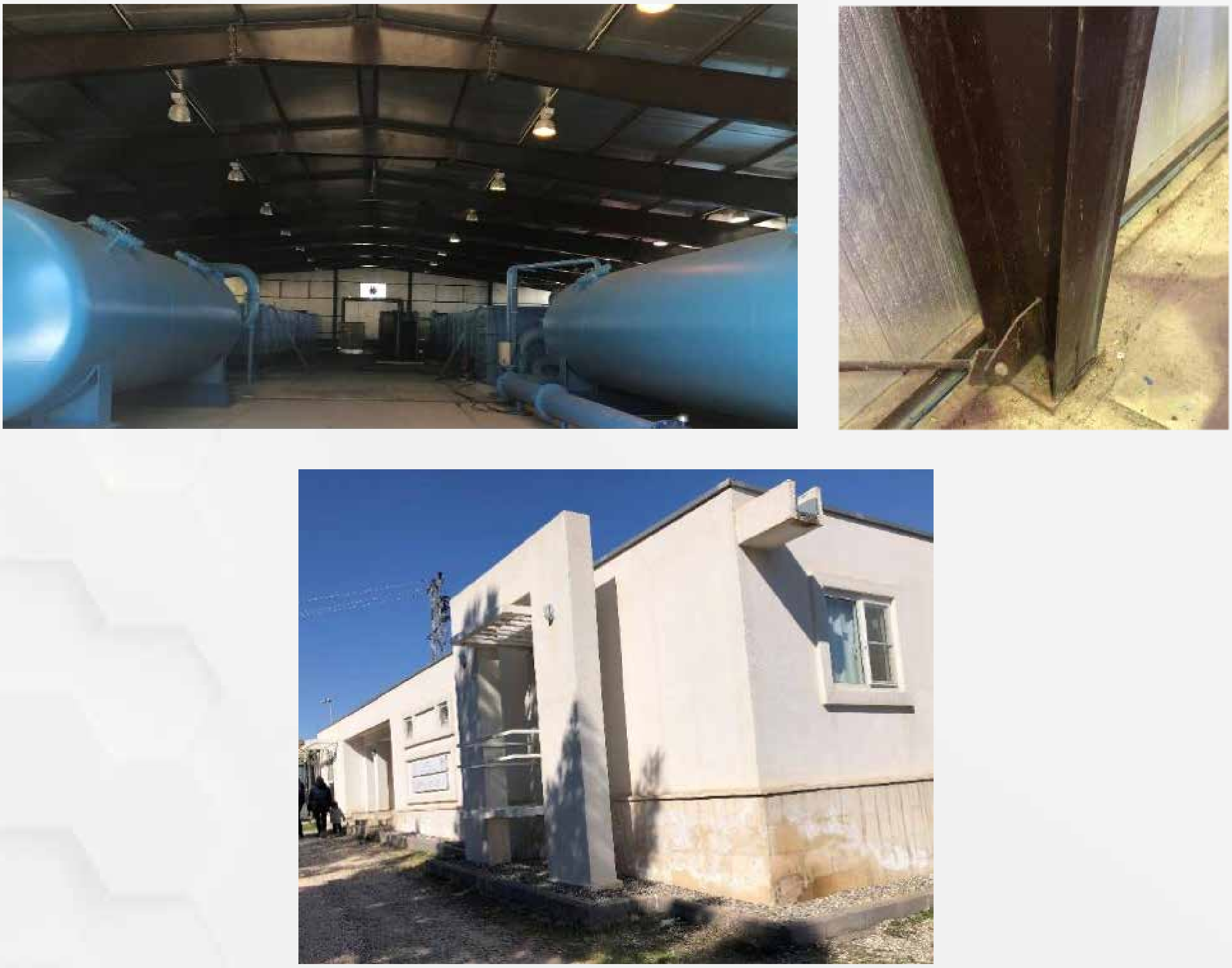
*(c)*



***Şekil 3.74.*** *Minare hasarlarına örnekler*

## 3.13. Diğer Tip Yapılarda Gözlemlenen Hasarlar

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli gerçekleşmiş olan depremler sonrası bölgede bulunan farklı tipteki yapılar incelenmiş ve yapılan gözlemler aşağıda sunulmuştur (Şekiller 3.75-3.81). İncelenen çelik yapılar tek katlı olup herhangi bir hasar gözlenmemiştir (Şekil 3.75). Trafo binaları tek katlı, betonarme yapılar olup yapısal veya yapısal olmayan bir hasar tespit edilmemiştir (Şekil 3.76). Pompa istasyonlarının hücre binalarında kiriş ve kolonlarda kılcal eğilme çatlakları, duvar ve kolonlarda ince ayrılmalar, duvarlarda kılcal eğik çatlaklar görülmüştür (Şekil 3.77). Su kulesinde herhangi bir hasar gözlenmemiştir (3.78). Tarihi yapılarda, yığma duvarların düzlem dışı davranışı, duvarlarda kesme hasarı ve ayrılmalar en belirgin hasarlar olarak gözlenmiştir (Şekil 3.79). Tahıl silolarının ağır hasar aldığı görülmüştür (Şekil 3.80). Çatılarda yer alan baz istasyonlarının binaların yıkılması sonucu işlevini kaybettiği gözlenmiştir (Şekil 3.81).



***Şekil 3.75.*** *İncelenen çelik yapılardan görünümler*

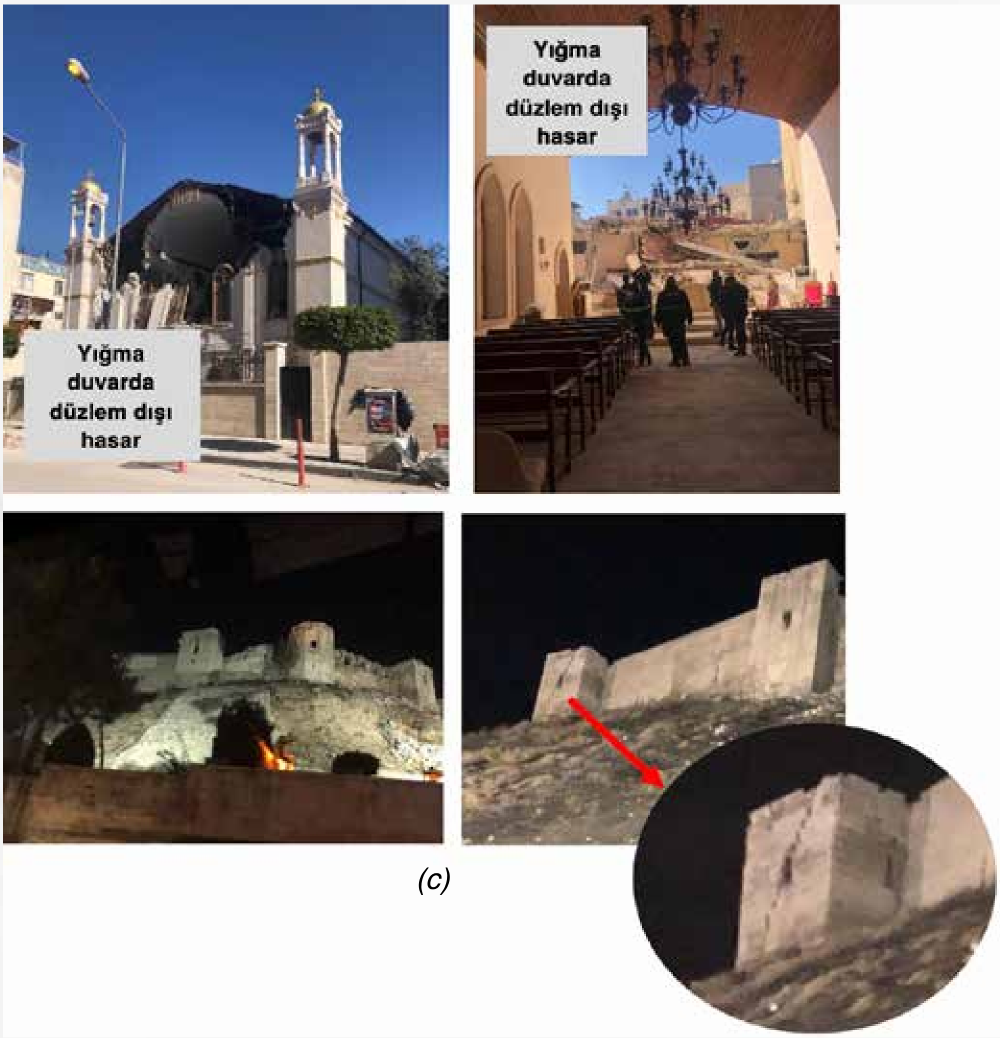


***Şekil 3.76.*** *İncelenen trafo binalarından görünümler*



***Şekil 3.77.*** *İncelenen pompa istasyonu hücre binasından görünümler*

(a) (b)




(c)

**Şekil 3.79.** *İncelenen tarihi yapılarda gözlenen hasarlar (a)(b) Kiliseler, (c) Şehir kalesi*



***Şekil 3.80.*** *Tahıl silosunda oluşan hasar görünümü*



***Şekil 3.81.*** *Yıkılan bir binada bulunan baz istasyonundan görünüm*

### 3.14. 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri İle Oluşan Yapısal Hasarlar ve Nedenleri

Merkez üssü Kahramanmaraş Pazarcık olan 7.7 büyüklüğündeki deprem 06 Şubat 2023 saat 04:17'de, aynı gün merkez üssü Elbistan olan saat 13:28'de 7.6 büyüklüğünde iki farklı deprem felaketi ile Doğu Anadolu Fay Hattı üzerindeki 11 ilimizde çok sayıda bina yıkıldı. Bu iki şiddetli deprem arasında da merkez üssü Gaziantep İli Nurdağ İlçesi olan 6.4 ve 6.7 büyüklüğünde iki deprem daha yaşandı. Bu depremler sonucunda yıkılan binaların enkazında yaklaşık 50.000 can kaybı oldu. Bu felaketin ülke ekonomisinde de çok büyük olumsuz etkileri oldu. İTÜ Öğretim Üyeleri tarafından deprem bölgelerinde genellikle betonarme binalar ile prefabrik sanayi binaları üzerinde incelemeler yapılmıştır. Depremler sonucunda yıkılan binaların yıkım nedenleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

1. Ard arda yaşanan çok sayıda şiddetli depremlerin etkisiyle ilk şiddetli deprem ile akabindeki diğer orta şiddetli depremlerde orta hasarlı olan çok sayıda betonarme binaların ikinci şiddetli depremde yıkılması,

2. 1998 Deprem Yönetmeliğinden önce inşa edilen binaların hem malzeme hem de taşıyıcı sistem güvenliklerinin yetersiz olması,

3. Hem betonarme binalar hem de prefabrik binalar yönetmeliklere ve projelerine uygun olarak inşa edilmemesi,
   - Yapı denetim ve kontrol mekanizmalarının yetersizliği,
   - Binaların bulunduğu parsellerdeki zemin özelliklerinin hem tasarım hem de inşa aşamasında dikkate alınmaması,
   - Betonarme taşıyıcı sistem elemanların inşasına gereken önem ve özenin taşıyıcı olmayan dekorasyon amaçlı imalatlarda gösterilmesi,
   - Betonarme binalarda deprem etkilerinin güvenle taşınabileceği ve başka elemanlara transfer edebileceği yeterli boyutta ve sayıda düzenli ortogonal betonarme çerçeve sistemlerinin mimari nedenlerle oluşturulamaması,
   - İmar mevzuatının hızla günümüz koşullarına ve deprem gibi afetlere göre revize edilmemesi,

4. Betonarme binalarda kullanılan çelik kalitesinin yönetmeliklerde öngörülen özelliklere sahip olmaması (hasarlı betonarme elemanlarda çok sayıda kırılan boyuna ve enine donatılar tespit edilmiş),

5. Betonarme taşıyıcı sistem seçiminde ve oluşturulmasında yapılan yanlışlıklar,
   - Kolonların ve betonarme perde duvarların rijitliklerinin her iki yönde birbirine eşit olmaması,
   - Düşey taşıyıcı sistem elemanlarının birbirlerine yük transferini en iyi şekilde yapabilmesi için uygun ve yeterli boyutta kirişlerle bağlanarak mümkün olduğunca çok sayıda betonarme çerçeve sistemlerin oluşturulamaması,
   - Betonarme perde duvarların bina yüksekliğine bağlı olarak yeterli sayıda, boyutta ve diğer taşıyıcı sistem elemanlarla birlikte çalışmasını sağlayacak şekilde inşa edilememesi,

6. Bölgede yaşanan yıkıcı şiddetli depremlerde oluşan yer ivmelerinin Doğu Anadolu Fay Hattı üzerinde beklenilen ve tasarımda kullanılan etkin yer ivmesi değerlerinin çok çok üzerinde olması,

7. Prefabrik sanayi binalarının tasarım ve inşasında deprem etkilerini dikkate alacak şekilde yatay stabilite bağlantılarının yapılmaması ve ayrıca kolon-kiriş birleşim bölgelerindeki yetersiz bağlantı detaylarının kullanılması,

gibi nedenler bölgede yaşanan şiddetli depremler etkisiyle betonarme binaların ve prefabrik sanayi binalarının yıkılması veya ağır hasarlı olması hususunda başlıca ekenler olarak gösterilebilir.

## 3.15. “Kahramanmaraş İli, Çiğli Köyü Bölgesi” İncelemeleri

18.02.2023 tarihinde “İTÜ İnşaat Fakültesi, Deprem Bölgesi İnceleme Ekibi” tarafından Gaziantep-Kahramanmaraş yolu (D835) üzerinde (Çiğli-Kapıçam-Çınarlı üçgeni arası) yer alan fay kırığı ve deprem fayının geçtiği Kahramanmaraş İli, Çiğli Köyü’nde oluşan hasarların gözlenmesi amacıyla incelemelerde bulunulmuştur.

İlk olarak fayın geçtiği otoyol ve civarında yer alan toprak yol üzerinde yüzeyde görünen fay kırıkları incelenmiştir. Fayın yatay atımı yaklaşık 3.0m civarında ölçülmüş, düşey atım gözlenmemiştir **(Resim 1).**



***Resim 1.*** *Çiğli bölgesi fay kırığına ait bazı görseller.*

Fay kırığının oluşturduğu hasarların gözlemlenmesi amacıyla, fay hattı üzerinde bulunan Çiğli Köyü'nde yer alan binaların hasar durumu incelenmiştir. İncelemenin gerçekleştirildiği köyde yapıların genelde tek ve iki katlı betonarme çerçeve sistemden oluştuğu görülmüştür. Fay kırığının üzerindeki eski yapıların tamamen göçtüğü, yeni yapılarda ağır hasar oluştuğu, bazı yapılarda ise deprem hasarı oluşmadığı gözlenmiştir **(Resim 2).**









***Resim 2.*** *Kahramanmaraş, Çiğli Köyü yıkılan binalara bir örnek ve fay kırığını gösteren görseller.*

Bazı binalarda kolonları oluşturan betonun ezilmesine (parçalanmasına) rağmen tümden göçmenin meydana gelmemesi, bölgede deprem yer hareketinin düşey bileşeninin de etkin olduğunu göstermektedir **(Resim 3).** Diğer bazı binalarda ise, ana taşıyıcı sistemde hasar görülmemesine rağmen, yapısal olmayan elemanlarda (balkon korkulukları, parapet duvarlar vs.) hasar oluştuğu tespit edilmiştir **(Resim 4).** Köy içinde oyun parkını destekleyen yaklaşık 6.0m yüksekliğindeki betonarme istinat duvarının çöktüğü gözlenmiştir **(Resim 5).**

Ağır hasar gören yapılarda donatı detaylarının (etriye sıklığı, kanca teşkili, 135 derece büküm gibi) uygun olmadığı, özellikle eski yapılarda nervürsüz donatı kullanıldığı ve genel olarak beton kalitesinin uygun olmadığı görülmüştür **(Resim 6).**



***Resim 3.*** *Tümden göçmenin oluşmadığı ancak ağır kolon hasarı meydana gelen bir yapıya örnek.*



***Resim 4.*** *Prekast beton elemanlardan üretilen balkon parapetlerinde oluşan hasar.*



***Resim 5.*** *Göçen istinat duvarına ait bazı görseller.*



***Resim 6.*** *Uygun olmayan beton kalitesi ve donatı detaylarına örnek görseller.*

### 3.16. “Adıyaman İli, Kahta İlçesi, Karşıyaka Mahallesi” İncelemeleri

Adıyaman İli, Kahta ilçesi, Karşıyaka Mahallesi’nde incelenen binaların çoğunluğu mühendislik hizmeti almamış betonarme ve yığma binalardan oluşmaktadır **(Resim 7).**

Kahta İlçesi, Karşıyaka Mahallesi’nde incelenen bölgedeki binaların çoğunluğu mühendislik hizmeti görmemiş olsa da gözlemlenen hasar düzeyleri Adıyaman merkezine göre oldukça düşüktür. Bunun nedeni olarak söz konusu bölgedeki deprem yer hareketi etkilerinin göreceli olarak daha düşük olmasıdır. Betonarme binalarda duvar hasarları dışında bir hasar gözlemlenmemiştir **(Resim 8).**



***Resim 7.*** *Betonarme ve yığma yapı örnekleri.*



***Resim 8.*** *Betonarme binalarda duvar hasarlarına örnek.*

Yığma türü binaların dolgu duvarlarının inşasında genellikle briket ve kerpiç kullanılmıştır. Bazı yığma binalarda döşemelerin kereste bağlantı kirişleri üzerine mesnetlendiği ve bu kirişlerin de, üzerinde yatay hatıl bulunmayan duvarlara mesnetlendiği görülmüştür. Yığma binalarda az sayıda da olsa deprem etkisi altında artan gerilme değerlerinin oluşturduğu çatlaklar nedeniyle orta ve ağır hasarlar gözlemlenmiştir **(Resim 9).**



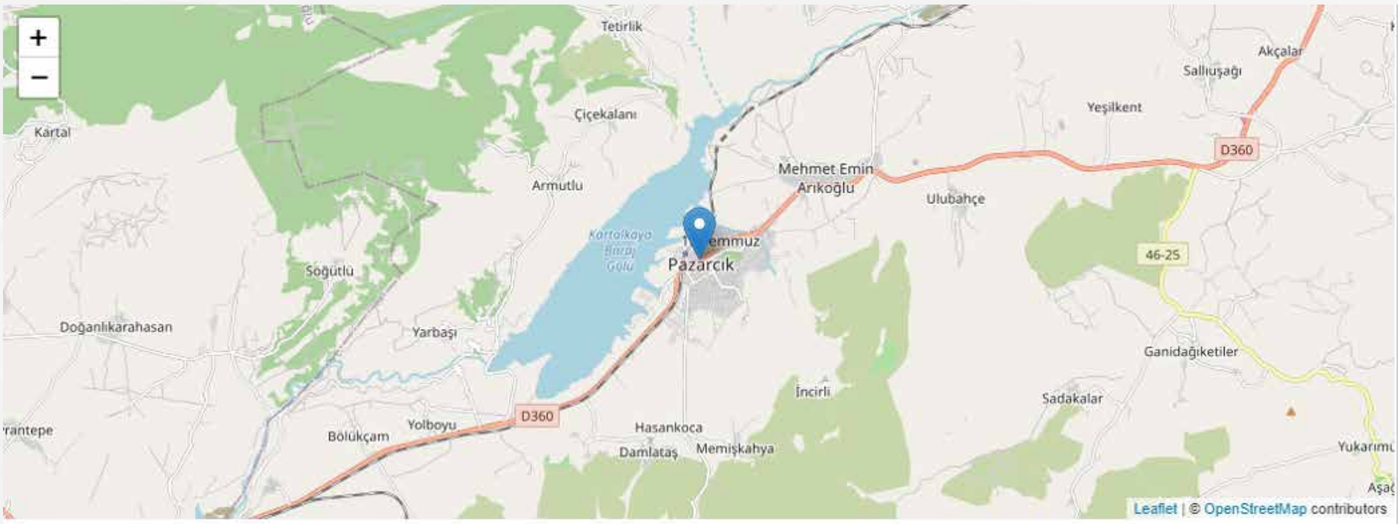
***Resim 9.*** *Az sayıda yığma binada rastlanan orta ve ağır hasarlara örnekler.*

## 3.17. “Kahramanmaraş İli, Pazarcık İlçesi” İncelemeleri

18.02.2023 tarihinde “İTÜ İnşaat Fakültesi, Deprem Bölgesi İnceleme Ekibi” tarafından Kahramanmaraş-Pazarcık ilçesinde bulunan yapılar üzerinde Kahramanmaraş merkezli depremlerde oluşan hasarların gözlenmesi amacıyla incelemelerde bulunulmuştur.

Pazarcık İlçesi, Kahramanmaraş merkezine 47 km uzaklıktadır. İlçenin Kuzeyinde Çağlayancerit, doğusunda Gölbaşı, Besni ve Araban, güneyinde Yavuzeli, Şehitkamil ve Nurdağı, batısında Türkoğlu ve Kahramanmaraş bulunmaktadır. Yüzölçümü 1551 km2 olup, denizden yüksekliği 731 metredir. İlçenin kuzeyinde Kandil tepesi (1704) ile doğusunda Ganidağı (1230) en yüksek noktalardır ve çevreleri de engebeli araziden oluşur. Yöre düz ve yer yer engebeli bir arazi yapısına sahiptir. İlçe merkezinde bulunan Kartalkaya Barajının suyu, Gaziantep ilinin içme suyu ihtiyacının karşılanması ve Narlı ovasında bulunan tarımsal arazilerin sulanmasında kullanılmaktadır. [Kaynak: T.C. Pazarcık Kaymakamlığı http://www.pazarcik.gov.tr/cografya ]. İlçe nüfusu 2021 yılı sayımına göre 69879’dur.

Pazarcık konum itibari ile Doğu Anadolu Fay Hattı üzerinde bulunan bir ilçedir.




*Yukarıda 37.489464 enlem ve 37.293575 boylam lokasyonunda Pazarcık ilçe haritası gösterilmektedir. [Kaynak: https://www.haritatr.com/pazarcik-haritasi-i27f ]*

Yapılan inceleme, ilçenin içinden geçen D360 karayolu ve bu karayolu ile Kartalkaya Barajı arasında kalan bölgeleri kapsamaktadır. Karayolu üzerinde yer alan bazı betonarme binalarda oluşan hasarların, dışarıdan yapılan gözlemlere göre, yapısal olmayan elemanlarla (pencere, duvar, vb.) sınırlı kaldığı görülmüştür **(Resim 10, 11).**



**Resim 10.** *Pazarcık İlçesi D360 karayolu üzerinde bulunan 8-10 katlı betonarme binalar*




**Resim 11.** *Pazarcık İlçesi D360 karayolu üzerinde bulunan yüksek giriş katı olan ve üzerinde 7 normal katı bulunan betonarme binalar*

Tümden göçmenin meydana geldiği binalarda; beton kalitesinin yetersizliğinin, kolonlarda ve kiriş-kolon birleşim bölgelerinde yetersiz etriye donatısı uygulamasının yaygın olduğu gözlenmiştir **(Resim 12-14).**



***Resim 12.*** *Pazarcık İlçesi D360 karayolu üzerinde bulunan ve tümden göçen bina*



***Resim 13.*** *Pazarcık İlçesi D360 karayolu üzerinde bulunan enkaz halindeki betonarme bina*



***Resim 14.*** *Pazarcık İlçesi D360 karayolu üzerinde bulunan ve tümden göçme oluşan betonarme bina*

D360 karayolu üzerinde bulunan Ulu Cami incelendiğinde, caminin ana yapı sisteminde ve minarelerinde dışarından yapılan gözlemlere göre, herhangi bir hasar tespit edilmemiştir. Ancak cami avlusunda yer alan bazı yapıların tümden göçtüğü gözlenmiştir **(Resim 15).**



***Resim 15.*** *Pazarcık İlçesi D360 karayolu üzerinde bulunan Ulu Cami'de oluşan deprem hasarları*

Kahramanmaraş Pazarcık İlçesi 6 Şubat 2023 günü saat 4:17 de meydana gelen 7.7 büyüklüğündeki depremin merkez üssü olmasına rağmen, D360 karayolu üzerinde bulunan az sayıda betonarme binanın tümden göçmüş olduğu görülmüştür. Buna karşılık çok sayıda çok katlı betonarme binanın 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki depremleri herhangi bir göçme olmadan atlattığı gözlenmiştir. Bu binaların performans düzeylerinin, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'in öngördüğü can güvenliği performans düzeyini sağladığı belirtilebilir. Bunun nedeni olarak, Pazarcık'ın bu bölgesindeki zemin koşullarının iyi olması ile birlikte, betonarme binaların da 2000 yılı sonrasında ve zemin durumu ile uyumlu olacak şekilde projelendirilerek inşa edilmiş olması düşünülmektedir. Ancak Pazarcık İlçesi'nin D360 karayolu ile Kartalkaya Barajı arasında kalan bölgesinde, baraj gölüne yaklaştıkça deprem hasarlarının ve tümden göçen bina sayısının arttığı gözlenmiştir. Bu durumun, baraj gölüne yaklaştıkça; alüvyonel zemin özellikleri ile uyumlu olmayan bina taşıyıcı sistemlerinin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

## 3.18. “Adıyaman İli, Gölbaşı İlçesi” İncelemeleri

18.02.2023 tarihinde “İTÜ İnşaat Fakültesi, Deprem Bölgesi İnceleme (Ekip-2)” ekibi tarafından Adıyaman İli, Gölbaşı ilçe merkezinde depremden oluşan hasarların gözlenmesi amacıyla incelemelerde bulunulmuştur.

Gölbaşı ilçe merkezinde yapılan incelemelerde, zeminde çökmeler ve yatay yerdeğiştirmelerin meydana geldiği, bina temellerinin zemin içine doğru yerdeğiştirdiği (yaklaşık olarak 50cm-80cm civarında) gözlenmiştir **(Resim 16- 18).**



***Resim 16.*** *Asfalt zemin yüzeyinde oluşan hasar*




***Resim 17.*** *Temeli zemin içine doğru yaklaşık olarak 80cm yer değiştiren bina*



***Resim 18.*** *Depremden önce 3 katlı olan binanın deprem sonrası görünümü.*

Bazı binalarda, kısa kolon etkisi **(Resim 19)** nedeniyle oluşan yapısal hasarlar gözlenirken, diğer bazı binalarda yumuşak kat düzensizliğinden kaynaklanan hasarlar **(Resim 20)** gözlenmiştir.



***Resim 19.*** *Kısa kolon etkisi nedeniyle oluşan kolon hasarı*




***Resim 20.*** *Yumuşak kat düzensizliği nedeniyle oluşan yapısal hasar*

Gölbaşı tren istasyonu incelemesinde, bazı vagonların devrildiği **(Resim 21)**, rayların ek noktalarındaki hasar nedeniyle birbirinden ayrıldığı **(Resim 22)** ve bazı rayların yatay düzlemde ötelenerek burkulduğu görülmüştür **(Resim 23).**



***Resim 21.*** *Devrilen vagonlar*



***Resim 22.*** *Kopma hasarı ile ek yerinden ayrılan raylar*



***Resim 23.*** *Yatay doğrultuda ötelenerek burkulan raylar*

# 4. Geleceğe Dönük Çıkarımların Kent Planlama ve Hızlı Konut İhtiyacının Karşılanması İçin Kullanılabilecek İnşaat Tekniklerinin Değerlendirilmesi

Prof. Dr. Fatih Terzi, Doç. Dr. Seda Kundak, Prof. Dr. Hatice Ayataç, Prof. Dr. Aliye Ahu Akgün, Doç. Dr. Başak Demireş Özkul

## 4.1. Depremlerinin Neden Olduğu Sonuçların ve Geleceğe Dönük Çıkarımların Kent Planlama Disiplini Yönünden Değerlendirilmesi

### 4.1.1. Giriş

Ülkemizin sahip olduğu jeolojik ve coğrafi yapı nedeniyle sel, çığ ve toprak kayması ve yıkıcı depremler sıklıkla yaşanmaktadır. Türkiye'de son 70 yıldır doğal afetler nedeniyle hayatını kaybeden insan sayısı 100.000; hasar gören konut sayısı 600.000 ve çeşitli şekillerde depremden etkilenen konut sayısı 500.000 civarındadır. Türkiye'de diğer doğal afetlere göre en sık meydana gelen ve etkileri itibariyle en yıkıcı olan ise depremlerdir. Son yıllarda ülkemizde meydana gelen doğal afetlerin yol açtığı yapı hasarları istatistikleri dikkate alındığında hasarın % 62'sinin depremler nedeniyle meydana geldiği görülmektedir (TBMM, 2010).

1996 yılında yayınlanan deprem bölge haritasına göre, ülkemizin büyük bölümü deprem kuşağı üzerinde

yer almaktadır. Ülke topraklarının yaklaşık yarısı (% 42'si) birinci derece deprem bölgesinde, % 24'ü de ikinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Buna göre Türkiye nüfusunun % 43-45'i birinci derece deprem bölgesinde, % 22,9-27,9'u da ikinci derece deprem bölgesinde yaşamaktadır. 2019 yılında yürürlüğe giren Deprem Tehlike Haritası'na göre ise birinci ve ikinci derece deprem bölgesi ifadeleri ortadan kaldırılmış ve mahalle, parsel bazında deprem tehlike raporu alınabilir olmuştur. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na (AFAD) göre, yeni deprem tehlike haritası dikkate alındığında Türkiye yüzölçümünün % 18'i birinci derece deprem bölgesinde bulunmakta ve nüfusun % 27'si de bu bölgede yaşamaktadır.

20. yüzyılda ülkemizde meydana gelen büyük depremler; 1939 Erzincan, 1941 Van-Erciş, 1946 Varto, 1967 Adapazarı, 1971 Bingöl, 1976 Denizli, 1992 Erzincan, 1995 Dinar, 1998 Ceyhan ve 1999 Marmara ve Düzce, 2003 Bingöl, 2011 Van, 2020 Elazığ ve 2021 İzmir depremleridir. Kentleşme hızı ve dolayısıyla kent nüfusundaki artış ile bağlantılı olarak son yıllarda depremlerin daha çok kent merkezlerinde hasarlar meydana getirdiğini söylemek mümkündür. Son 99 yıl içinde kayıtlara geçen, hasar yapan 146 deprem olmuş ve bu depremler nedeniyle 65.882 kişi hayatını kaybetmiştir (TBMM, 2010).

Türkiye kentlerinin depreme bağlı olarak yüksek riske sahip olmasının başlıca nedenleri arasında; mevcut yerleşim alanlarının yer seçimi kararları ve özellikle son 50-60 yıllık hızlı şehirleşme sürecinin beraberinde getirdiği imar ve yapı uygulamaları, imar planlarının hazırlanması ve onaylanması süreçlerindeki yetki ve sorumluluklar, imar aflarının ve beraberindeki yüksek riskli yapı stoğu ve mevcut yapı denetim problemleri olarak sıralanmaktadır.

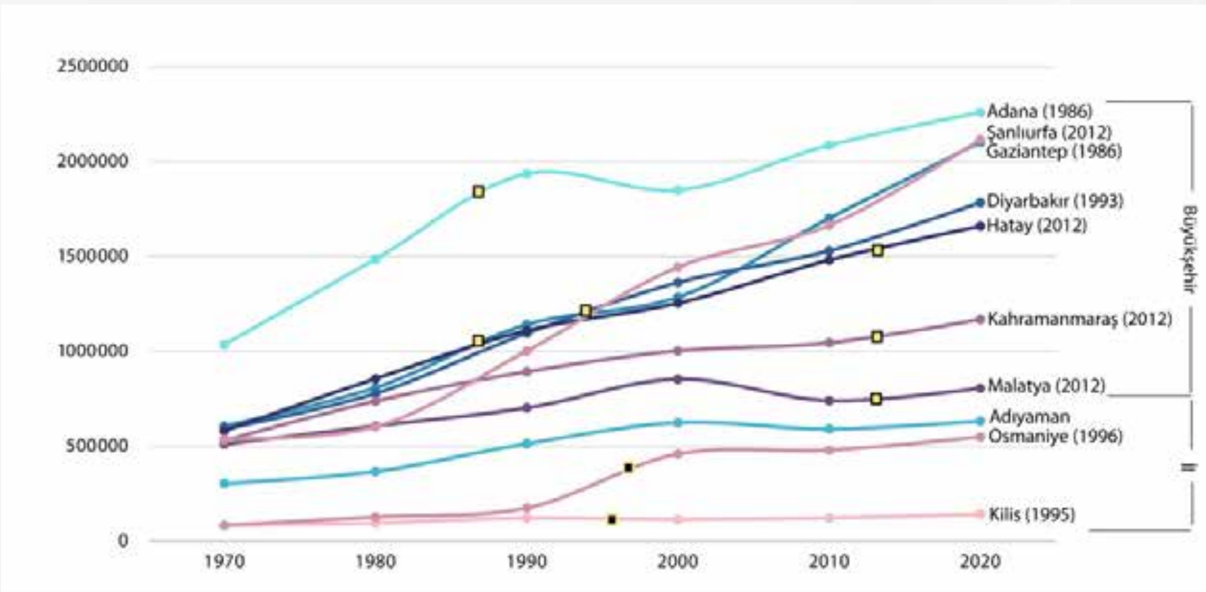
6 Şubat 2023'te ülkemizin 10 kentini etkileyen, merkezi Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesi olan Güneydoğu Anadolu Fay Hattı'nın kırılmasıyla gerçekleşen 7,7 büyüklüğündeki Kahramanmaraş, Pazarcık depremi ve 7,6 büyüklüğündeki Kahramanmaraş, Elbistan depremi Türkiye'de yaşanan en büyük ikinci ve üçüncü depremler olarak kayıtlara geçmiştir. 14 Şubat 2023 tarihli Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tespitlerine göre, 2.500'ün üzerindeki artçı sarsıntı ile birlikte, bugüne kadar 190.000'in üzerinde konut ve işyeri yıkılmış ve ağır hasar almış ve 30.000 üzerinde can kaybı yaşanmıştır.

Bu arka planda İTÜ Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü öğretim üyeleri tarafından hazırlanan bu rapor, bölgenin şehircilik ilkeleri ve dinamikleri bakımından deprem öncesi ve sonrası durumunu; kamu politikaları, mekânsal planlama, yönetim ve toplum üzerinden irdeleyen ve sürdürülebilir, güvenli, adil ve yaşanılabilir bir yeniden yapılanma sürecini yönlendiren ön değerlendirmeleri sunmaktadır.

### 4.1.2. İller Bazında Saptamalar

6 Şubat 2023 Depremlerinden etkilenen 10 ilin kentsel büyüme eğilimleri ve dinamikleri incelendiğinde, tarımsal üretim potansiyeli yüksek olan alanlarda yer almaları nedeniyle, tarım sektörünün kentlerin gelişiminde önemli bir rol oynadığı görülmektedir. 1970'lerle birlikte, ülkedeki sanayi yatırımların teşvik edilmesi ve bu bölgelerdeki imalat sanayi kollarının gelişmesi nedeniyle başta Adana olmak üzere, Gaziantep, Diyarbakır, Hatay ve Şanlıurfa'da kırsaldan kentsel alanlara hızlı bir göç süreci yaşanmıştır. 1986'da Adana ve Gaziantep'in Büyükşehir statüsü almalarının ardından, 1993 Diyarbakır ve 2012 yılında ise Şanlıurfa, Hatay, Kahramanmaraş ve Malatya illeri de büyükşehir olmuşlardır. Öte yandan, 1995'te Kilis Gaziantep'ten ve 1996'da Osmaniye Adana'dan ayrılarak il olmuşlardır (Şekil 4.1). 1990'lı yıllarda hızlı artış gösteren bu süreç içerisinde, şehirler organize sanayi bölgelerinin geliştiği ana ulaşım arterleri üzerinden birbirine daha da güçlü bağlanan bir kentsel sistem oluşmuştur.

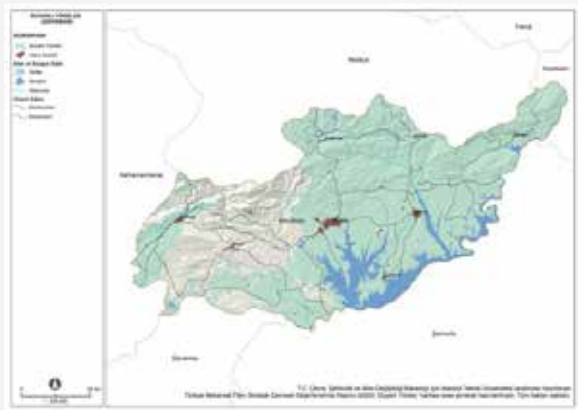
Geleneksel kent dokusu, tarihi çekirdek ve etrafında zamanla gelişen az katlı yapılardan oluşan bu şehirler, ilk başlarda tarım, mera ve orman alanlarına doğru yayılım göstermiştir (örn. Adana & Gaziantep). Son 20-30 yıllık süreçte ise, göçle gelen nüfusun konut taleplerini karşılamak, çöküntü ve kaçak yapılaşma alanların rehabilitasyonu, hizmet sektörünün ve donatı alanlarının gelişmesi amacıyla bir yandan iyileştirme, yenileme ve kentsel dönüşüm süreçlerine, bir yandan da kentsel yayılma süreçlerine girmişlerdir. Bu dönem, kent merkezlerinde yüksek katlı yapıların yapıldığı döneme de karşılık gelmektedir.

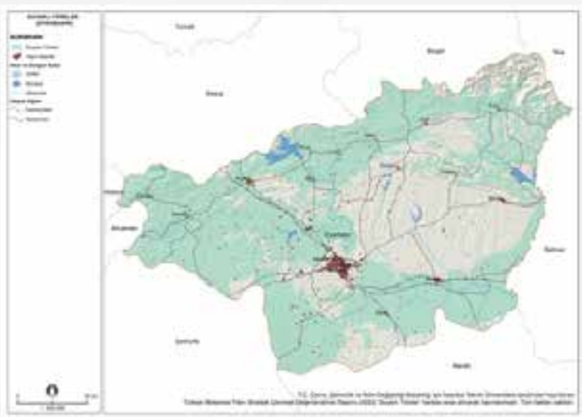


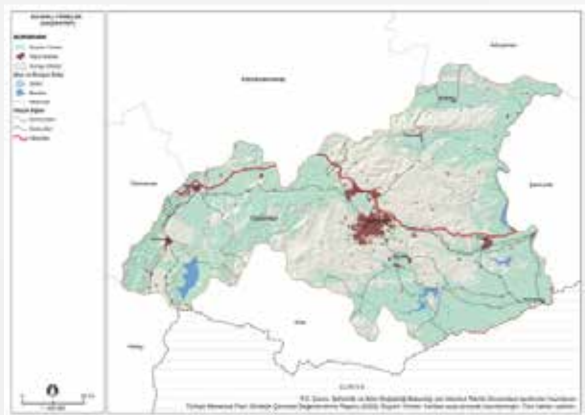

**Şekil 4.1.** *İllerin nüfus gelişimi*

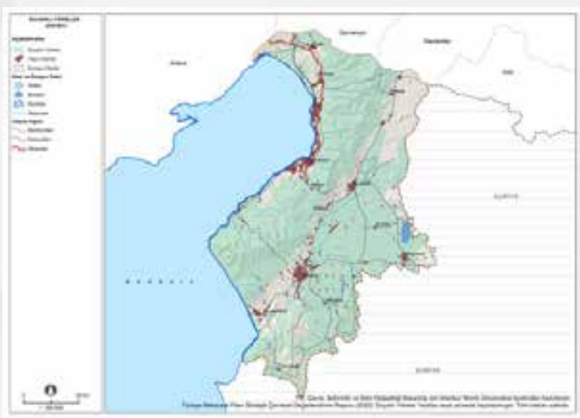
Bu bölge içerisinde çok sayıda tabiat parkları, milli parklar, tabiat anıtı, yaban hayatı koruma sahaları, tabiat koruma alanları, ormanlar, büyük ovalar ve meralar bulunmaktadır. Bu alanlar uluslararası anlaşmalar ve ulusal mevzuat gereğince koruma altındadır ve Stratejik Çevresel Değerlendirme Yönetmeliği kapsamında tanımlanmaktadır (Şekil 4.2). Bu illerimizde göçün de etkisiyle enerji, imar ve tarımsal amaçlı yapılar nedeniyle tarım arazileri tarım dışı kullanıma açılmaktadır. Engebeli alanlardaki mutlak tarım arazileri hem toprak yapısı (meyilli arazi, erozyon vb.) hem de iklim koşulları dolayısı kısıtlıdır, bu nedenle kıt kaynak olarak değerlendirilmelidir. Bitki üretiminin olmadığı araziler mera olarak etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bitkisel üretime alternatif olarak gelişen hayvancılığın değişen iklim koşullarında devam etmesi ulusal gıda güvenliğinde önemli pay sahibi olması beklenmektedir. Değişen iklim koşulları altında bölge nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için, diğer sektörler ile birlikte bütünleşik arazi kullanım planlama çalışmaları yapılması ve kıt kaynak konumundaki büyük ova topraklarının korunması sağlanmalıdır. Bölgedeki orman örtüsü hem iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasında hem de iklim değişikliğine karşı mücadele edilmesinde çok önemli rol oynamaktadır.

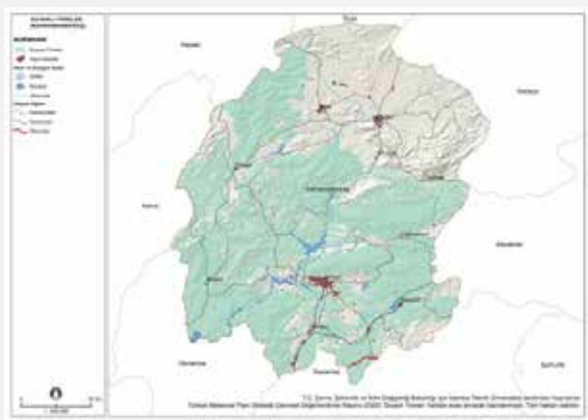


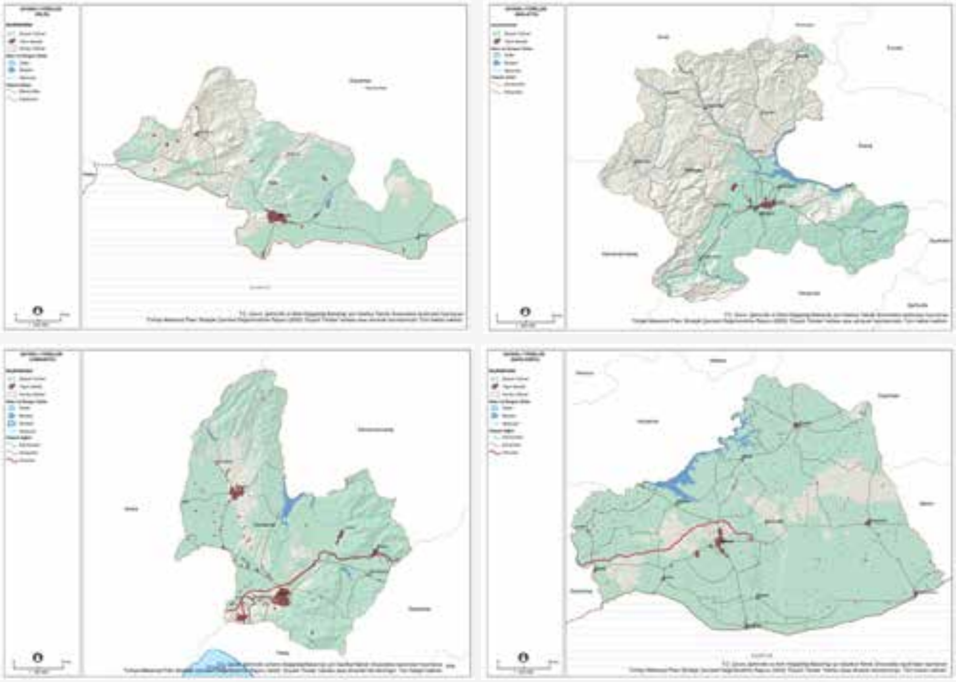












***Şekil 4.2.*** *Duyarlı yöreler*

AFAD tarafından 2019-2021 yılları arasında, tüm illerde İl Afet Risk Azaltma Planları hazırlanmıştır. Bu planlarda, 6 Şubat Depremlerinden etkilenen 10 il için yapılan tespitler ve öngörülerde, kentlerin büyük bir kısmının gelişmeye elverişli olmayan zeminlerde olduğu ve bu alanlardaki eski ve zayıf yapı stoğunun yenilenmesi gerekliliğinin altı çizilmiştir.

Depremden etkilenen 10 ilin gelişim süreçlerine paralel olarak, üretim ve sektörel yapı anlamında da birbirini destekleyen bütünleşik bir kurgu üzerinden gelişme yaşandığı bilinmektedir. Bölgenin tarım potansiyeli, Diyarbakır'daki Ar-Ge yatırımları ve Gaziantep'teki lojistik altyapısıyla yenilikçi yaklaşımları benimseyen, rekabet gücünü artırıcı ve bölgenin bütününde kalkınmayı destekleyici şekilde planlanmıştır. Öte yandan, yine bu bölgede, imalat ve yüksek teknoloji sektörlerinin de hızla geliştiği görülmektedir.

Depremden etkilenen 10 ilin GSYİH'dan aldığı toplam pay % 9,3 oranındadır. İlk sırada % 31,2 ile sanayi sektörü, % 14,3 ile tarım sektörü ve % 11,5 ile hizmet sektörü yer almaktadır (TÜİK, 2021). Türkiye'de Eurostat imalat sektörleri teknolojideki uzmanlaşmalarına göre incelendiğinde orta-yüksek teknolojili sektörlerdeki firma sayısının baskın olduğu ilçe sayısı 15'tir. Az sayıdaki bu ilçeler arasında afet bölgesinde yer alan Kayapınar (Diyarbakır) bulunmaktadır. Orta-düşük teknolojili sektörlerdeki firmaların bulunduğu ilçeler arasında Pozantı (Adana) afet bölgesinde yer almaktadır. Yüksek teknolojili sektörlerdeki 1.300 firmanın dağılımı incelendiğinde, afet bölgesinde yer alan bütün illerde bu sektörlerde firmaların bulunduğu görülmektedir. Bu sektörden firmaların yer aldığı ilçeler: Antakya (Hatay), Osmaniye Merkez, Islahiye, Şahinbey, Şehitkamil (Gaziantep), Onikişubat, Dulkadiroğlu (Kahramanmaraş), Adıyaman Merkez, Eyyübiye (Şanlıurfa), Yeşilyurt, Battalgazi (Malatya), Yenişehir, Bağlar'dır (Diyarbakır). Özellikle Adana'nın Seyhan ilçesinde bu sektörde bulunan firma sayısı öne çıkmaktadır. Orta-yüksek teknolojili sektörlerdeki 21.212 firmanın illere dağılımı incelendiğinde, afet bölgesi genelinde bu sektörden firmaların varlığı dikkat çekmektedir. Afet bölgesinde yer alan Adana ilinde Seyhan ve Sarıçam ilçeleri ile Gaziantep ilinde Şehitkamil ilçesi bu sektörde ön plana çıkmaktadır.

Gıda sektöründe faaliyet gösteren firma sayısının en fazla olduğu ilçeler incelendiğinde, 369 firma ile Şehitkamil (Gaziantep) ve 299 firma ile Seyhan (Adana) ilçelerinin afet bölgesinde konumlandığı görülmektedir. Benzer şekilde, Yüreğir, Tarsus, Sarıçam (Adana), Antakya (Hatay), Onikişubat, Dulkadiroğlu (Kahramanmaraş), Kilis Merkez, Şahinbey, Nizip (Gaziantep), Adıyaman Merkez, Eyyübiye (Şanlıurfa), Yeşilyurt, Battalgazi (Malatya) ilçeleri de gıda sektöründe önde gelen ilçeler arasında sayılabilir.

Tekstil sektörü gruplamasında yer alan firmaların illere dağılımı incelendiğinde, afet bölgesinde yer alan Gaziantep'te 1.249 firma olduğu saptanmıştır. Gaziantep bu sektörde ulusal ölçekte en fazla firmaya sahip iller arasındadır. 962 firma ile Şehitkamil (Gaziantep) afet bölgesinde yer alan ve ulusal ölçekte en fazla firma sayısına sahip olan ilçedir. Bu ilçeyi Antakya (Hatay), Seyhan (Adana), Şahinbey (Gaziantep), Dulkadiroğlu (Kahramanmaraş) ve Eyyübiye (Şanlıurfa) takip etmektedir. Birçok ilçede söz konusu sektörde firmalar bulunmaktadır.

Bilgisayar programlama sektöründe sırasıyla Seyhan, Çukurova, Sarıçam (Adana), Antakya (Hatay), Şahinbey (Gaziantep), Onikişubat, Dulkadiroğlu (Kahramanmaraş) ilçeleri hem ulusal hem de bölge ölçeğinde önemli merkezler olarak öne çıkmaktadır.

6 Şubat 2023 depremlerinin etkilediği 10 ilde 13,5 milyon kişi yaşamaktadır. Nüfusun yaklaşık % 30'u 14 yaşın altındadır. 65 yaş ve üzeri nüfus oranı ise % 3 dolaylarındadır. Depremin etkilediği 10 ilde ve 113 ilçede ortalama hane halkı büyüklüğü 3,96'dır. İlçelerde en küçük hanehalkı büyüklükleri (3 ve altı) Malatya'nın Hekimhan, Arguvan, Arapgir, Kale, Kuluncak, Doğanyol, Pütürge ve Adana'nın da Feke, Pozantı ilçelerindedir. Buna karşın Şanlıurfa'da (Harran ve Akçakale) 7 ve üstü haneler bulunmaktadır. 5 ve üstü kişilerden oluşan haneler Şanlıurfa'nın Ceylanpınar, Viranşehir, Siverek, Suruç, Eyyübiye ilçeleri ve Diyarbakır'ın Hani, Kocaköy ilçeleridir.

2020 yılında bölgedeki toplam yaş bağımlılık oranı % 60'dır. Türkiye ortalaması % 47,7 iken bu oranın yüksek olması deprem bölgesinin işgücü açısından oldukça zayıf ve kırılgan olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, bölgede 0-14 yaş ile 65 yaş ve üzeri nüfus, 15-64 yaş arasındaki nüfusa göre çok yüksektir. Şanlıurfa'nın Harran ve Akçakale ilçelerinde toplam yaş bağımlılık oranları çok yüksektir (% 109 ve % 102). Bölgede sadece 7 ilçede (Hatay Defne ve Arsuz, Malatya Battalgazi, Adana Yumurtalık, Sarıçam ve Çukurova, Osmaniye Toprakkale) toplam yaş bağımlılık oranı Türkiye ortalamasında ve biraz altındadır.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerde çok sayıda can ve mal kaybı yaşayan 10 ilimizin yoksulluk, dezavantajlılık ve konut göstergeleri istatistiksel olarak incelenmekte, deprem öncesi durumları ortaya konulmakta ve haritalanmaktadır (2019G000370 Proje Numaralı "Konut Araştırma Projesi, 2019-2020). Toplumsal dezavantajlılık, kişinin gelirinin kabul edilebilir bir yaşam standardına sahip olmasını engelleyecek kadar yetersiz olması, kaynaklarının yetersiz oluşu, yaşamsal öneme sahip mal ve hizmetlere ulaşamaması, toplumdaki temel etkinliklere katılamaması gibi çok boyutludur. Depremden etkilenen 10 ilimiz en dezavantajlı 1. ve 2. dilimde yer almaktadır. En dezavantajlı iller; Diyarbakır, Osmaniye, Şanlıurfa, Kilis, Malatya (25) ve Adıyaman'dır. Dezavantajlı iller ise; Adana, Hatay, Gaziantep ve Kahramanmaraş'tır.

Konut indeksi altındaki değişkenler; konut satışları, yapı kullanma izin belgesine göre bina, daire sayısı ve yüzölçümü, yapı ruhsatına göre daire sayısı, yüzölçümü ve bina sayısı şeklinde sıralanmaktadır. Bu indekse ilişkin puanlamalara göre, büyükşehirlerin konut üretimi yönüyle daha avantajlı olduğu görülmektedir. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli deprem felaketinden önce 2021 yılı verilerine göre yapılan değerlendirmede; depremden etkilenen 10 ilimiz konut indeksi sıralamasında en avantajlı 4. dilimde kümelenmektedir. Avantajlı iller; Adıyaman, Şanlıurfa, Diyarbakır, Kahramanmaraş, Malatya, Adana ve Hatay'dır. En dezavantajlı il Kilis olurken, en avantajlı il ise Gaziantep'tir.

Bölgenin, Türkiye'nin olduğu kadar dünyanın da önemli miras alanlarına sahip olması, jeopolitik önemi kadar kültürel ve tarihi önemini de ortaya koymaktadır. Malatya, Adıyaman, Diyarbakır ve Şanlıurfa'da yer alan UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer alan Arslantepe Höyüğü, Nemrut Dağı, Diyarbakır Surları ve Hevsel Bahçeleri ile Göbeklitepe çok kültürlü ve çok dinli bölgenin tarihini bugün de yaşatmaktadır; tarihle ve geçmişle olan bağ kadar bölge turizmine katkısı da çok önemlidir. Dünya Mirası ve anıtlar dışında bölgede bulunan Türkiye'nin önemli sivil mimari örneklerinin yer aldığı tarihi kentler, Antakya gibi, bölgenin kültürel, toplumsal ve ekonomik geçmişine ışık tutar; sahip olduğu kolektif bellek ile yere anlam verir.

### 4.1.3. Değerlendirme

#### 4.1.3.1. Kamu Politikaları ve Mevzuat Boyutuna İlişkin Değerlendirmeler

● Bilimsel temele dayanmayan imar affı, imar barışı gibi mühendislik hizmeti almamış, sağlıksız ve güvensiz yapı stoğunu yasallaştıran düzenlemelere son verilmelidir. Geleceğin kentlerinin afetlere karşı dirençli olabilmesi için imar affı bir daha kamuoyu gündemine getirilmemelidir.

● Ülkemiz planlama ve imar mevzuatında 30'dan fazla kanun ve yönetmelik; çokça kurumun plan yapma ve onaylama yetkisi bulunmaktadır. Bu durum bütüncül kent ve bölge planlama süreçlerini zedelemektedir. Planlamada artan merkezileşme eğiliminin aksine, kent ve bölge planlamasında yerel yönetimleri etkin kullanan, yalın, mevzi ve parçacıl uygulamalara son veren çağdaş bir imar mevzuatı düzenlenmelidir.

● Bilimsel temeli olmayan, Merkezi Yönetim Organlarınca ya da Yerel Yönetim Meclislerince imar planlarına yapılan müdahaleler kısıtlanmalı, plan müellifinin görüşü olmadan plan değişikliklerine izin verilmemelidir.

● Etkin bir imar yasası kadar yapılaşma süreçlerinde etkin denetim mekanizmaları yaşama geçirilmelidir.

● Kentlerin imar planları bilimsel temellere dayanan, yerel yönetimleri, üniversiteleri ve STK'ları dahil eden, katılımcı ve şeffaf süreçler içinde yeniden ele alınmalıdır.

● Ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan deprem felaketi ile dezavantajlı kişilerin sayısı geçmiş yıllara göre hızla artmış, konut ve donatı alanlarının zarar görmesi ile dezavantajlı grupların toplumdaki diğer bireylere göre konuta erişim konusunda ekonomik durumları (yoksulluk) daha da hassaslaşmıştır. Toplumsal bir gerçek olan dezavantajlılık ile ilgili yerel ve ulusal düzeyde kamu politikaları geliştirilmelidir.

### 4.1.3.2. Mekânsal Planlama Boyutuna İlişkin Değerlendirmeler

- 6 Şubat 2023 depremlerinde etkilenen bölgelerde kentin yeniden yapılanması sürecini de içerecek şekilde “afet sonrası iyileştirme ve kalkınma planı” hayata geçirilmeli, yeniden yapılanma süreci başlatılmalıdır.

- Doğal tehlikeler karşısında yaşanan büyük yıkımların temel nedenlerinden birisi kentlerin doğal eşikleri aşmış olmasından kaynaklanmaktadır. Jeolojik açıdan sakıncalı alanlar, verimli tarım alanları, su kaynakları, ekolojik hassas alanlar, dere yatakları, taşkın ve heyelan alanları gibi doğal eşikler yeniden yapılanma sürecinde esas alınmalı, yeni planlama sürecinde kültür varlıkları hariç bu alanlarda yapılaşmalara izin verilmemelidir.

- Sosyal, ekolojik ve ekonomik bakımdan yüksek maliyetli kentsel büyüme süreçlerine neden olan, kentsel ihtiyaçların ötesinde ve kentin taşıma kapasitesini aşan mekânsal yayılmayı destekleyen planlama yaklaşımından kaçınılmalıdır.

- Kentleri, sadece yeni ve depreme dayanıklı geçici ve kalıcı deprem konutlarının inşasından öte düşünmeli, altyapı ve tüm işlev alanları ile birlikte sürdürülebilir ve dayanıklı yaşam alanları planlanmalıdır.

- Yeni yerleşim alanları yer seçimi ve inşa sürecinde mevcut makroform ile sosyo-kültürel, mekânsal ve ekonomik ilişkisi göz ardı edilmemeli, doğal eşikler hassasiyetle dikkate alınmalıdır. Yeniden yapılanma sürecinde, tek tip yapılar yerine depremden zarar gören illerin sosyal ve kültürel yapısının yansıması olan geleneksel kent dokusunun değerlerini referans alan çağdaş mimari tasarımlar önerilmelidir. Yeterli açık alan ve sosyal altyapı alanına sahip, evrensel tasarım normlarında, doğaya ve insana saygılı yerleşmeler olarak planlanmalı ve tasarlanmalıdır.

- Depremden etkilenen bölgelerde, kültür varlıklarının ve tarihi dokunun depreme karşı dirençliliğini artırmaya dönük müdahaleler hızla hayata geçirilmelidir.

- Yerin anlamını ve toplumun yerle bağını korumaya yönelik olarak kısa vadede kültürel mirasın bölgede devamlılığını sağlayacak politikalar uygulamaya konulmalıdır; bu yapı ve insan önceliği arasında seçim değildir.

- Mevcut uygulamalardaki yaklaşım yerine afet risklerin azaltılmasını amaçlayan ve “çoklu tehlike” (jeolojik, hidro-meteorolojik, biyolojik, sosyal ve teknolojik tehlikeler) verilerine dayanan “bütüncül risk değerlendirme” yöntemini dikkate alan “afete duyarlı planlama” yaklaşımı benimsenmelidir.

- Mevcut kentsel dönüşüm/yenileme uygulamaları düşünüldüğünde, artık kentsel dönüşüm proje ve uygulamalarında temel motivasyonun, sadece ekonomik değer üretmek üzerine değil, toplumsal, çevresel ve ekolojik faydaları da kapsayan toplam değer üretmek üzerine olmalıdır.

- Kentsel dönüşüm/yenileme çalışmaları, mevzi, parçacıl ve mevcut kentsel dokudaki riskleri artıran “salt emsal artırımına dayalı kaynak yaratma” yaklaşımı terk edilmelidir. Kentsel dönüşüm projeleri, üst ölçekli planlar ile uyumlu olarak yürütülmeli ve alternatif finansman modelleri gözetilerek kurgulanmalıdır.

- Deprem bölgesindeki illerde yeniden yapılanma sürecinde iklime duyarlı tasarım ve enerji verimliliği gibi kriterler gözetilmelidir.

- Yeniden yapılanma sürecinde iklim değişikliği ve doğal afetlerin olası etkilerinin üstyapı ve altyapı üzerindeki olası zararları en aza indirgemek hedeflenmelidir.

- Gerek deprem bölgesindeki illerde gerekse ülke genelinde riskli alanlarda, yapıların yenilenmesi yanında, güçlendirme çalışmalarına da kaynak sağlanmalıdır.

● Kritik tesislerin (hastane, okul, emniyet yapıları, itfaiye, resmi kurum yapıları vb.) ivedilikle deprem güvenliği sağlanmalıdır. Bu bilgilerin şeffaf bir şekilde kamuoyu ile paylaşımının sağlanması, sağlıklı bir sürecin yürütülmesi açısından önemlidir.

● Ülkenin önemli üretim ve ihracat merkezlerinin yer aldığı bölgede, depremden etkilenmeyen diğer yakın illerle işbirliği artırılmalıdır. Bölgedeki çalışan kayıpları ile iş alanlarının durumlarının değerlendirilmesi orta vadede bölgenin iyileşme aşaması için kritik öneme sahiptir.

● Afetle mücadelede AFAD'ın lojistik sistemiyle uyumlu ve imar planlarında "afet lojistik alt-merkezi" lejantıyla tanımlanacak alanların, yerleşim hiyerarşileri dikkate alınarak belirlenmelidir.

● Kentsel yenilemeyi ve kentsel yeniden yapılandırmayı bir proje olarak değil, ihtiyacı salt mekânsal, mimari ve estetik bir çözüme indirgemeden dönüştürücü ve duyarlı bir süreç olarak meşrulaştırmak büyük önem taşımaktadır. Süreç, neyin, nasıl, kiminle ve kimin için başarılacağına bağlı olarak yerel nedensellikler, gerekçeler, ihtiyaçlar ve somut olmayan değerler açısından bilimsel olarak bağlamsallaştırılmalı ve gerekçelendirilmelidir.

### 4.1.3.3. Yönetişim ve Katılım Boyutuna İlişkin Değerlendirmeler

● Sürdürülebilir ve dayanıklı yaşam alanlarının planlanması kapsayıcı ve katılımcı süreçlerle düşünülmelidir. Bu konuda, mevcut bilgi birikiminden ve farklı disiplinlerin katkısından yararlanmak üzere etkin bir yönetişim süreci yürütülmelidir.

● Afet sonrası yardım ve iyileşme süreçleri geniş çaplı aktör ve pratikleri içermekle birlikte, bu süreçlerin yönetişimi güçlü şekilde tesis edilmelidir. Aktörler arasında bilgi ve veri akışının ve koordinasyonun sağlanması, afet sonrası toparlanmanın hızlı gerçekleşmesi için önemlidir. Bu doğrultuda merkezi yönetimlerin taşra teşkilatları, yerel yönetimler, AFAD, Kızılay, afet yardım kuruluşları ve STK'lar arasında da sıkı bir işbirliği kurulmalıdır.

● Afet sonrası yardım ve toparlanma süreçlerinde çok aktörlü işbirliğinin diğer önemli boyutları ise şeffaflık, hesap/cevap verebilirlik, etkinlik, risk azaltımı, projelerin sürdürülebilirliği, ölçme ve değerlendirme, hızlı ve doğru veri paylaşımı ve iletişimi, aktörlerin karar alma ve uygulama süreçlerine dengeli katılımı, güven tesisi ve halk katılımı olarak benimsenmelidir.

● Hem dezavantajlı grupların hem de yerel toplulukların tamamının tesis edilecek katılımcı ve kapsayıcı planlama süreçlerine doğrudan katılımı sağlanmalıdır. Ayrıca dünyada başarılı örnekleri bulunan yerel toplum öncülüğünde yeniden yapılanma programları (community-led reconstruction program) gibi modeller afet bölgesindeki 10 ile uyarlanmalıdır.

● Yıkım ve yeniden yapılanma temelli kentsel dönüşüm, deprem riskinin azaltılması gibi doğallaştırılmış kentsel sorunların tek olası çözümü değildir. Yıkım yerine yeniden yatırımı ve iyileştirmeyi teşvik eden kentsel politika çerçevelerine ihtiyaç vardır. Afetlerin neden olduğu ciddi hasarlarla ilgili olarak, iyileştirmelerde, tarihi kentsel peyzajın özgünlüğünü ve bütünlüğünü dikkate almalıdır. Değişimi yönetmek için yönetim planlarının etkili bir şekilde kullanılması gerekir.

● Afet sonrası iyileştirme sürecinde tarihi kentsel peyzaj, bu peyzajın bir parçası haline gelen topluluktan ayrı tutulmamalıdır. Kentsel yenilemenin mevcut uygulama ve finansman modelleri, tarihi çevre ve savunmasız dezavantajlı yerleşimler söz konusu olduğunda, aşırı ekonomikleştirme, metalaştırma, emlak piyasasından kaçınmalıdır. Bir insan hakkı olarak barınma fikri üzerine inşa edilen alternatif finansman mekanizmaları, güven fonları, bağışçı katılımı, mikro finansman ve kendi kendine yardım mekanizmalarını kolaylaştırarak tahsis edilmelidir.

### 4.1.3.4. Sosyo-Demografik Yapı ve Kültürel Boyuta İlişkin Değerlendirmeler

● Yaşanan deprem sonrası bölgenin nüfus kaybı en kritik konulardan biridir. Can kayıpları, şimdiden bölgeyi terk edenler ve kısa, orta ve uzun vadede bölgede yaşamaya devam edeceklerin bilgisi sahadan güncellenmeli ve gelecek yerleşim planlaması açısından dikkate alınmalıdır.

● Bölgenin özgün ve çok katmanlı demografik, toplumsal ve kültürel yapısının korunabilmesinin yolları deprem sonrası yeniden yapılanma sürecinde dikkate alınmalıdır.

● Bölgedeki 10 il ve 113 ilçenin her birinin özel kültürel, toplumsal, demografik ve iktisadi özellikleri dikkate alındığında, afet sonrası yeniden yapılanma çalışmalarında afetten etkilenen bölgenin yerel özelliklerinin göz önüne alınarak yerel aktörler ve grupların mümkün olan en geniş katılımı ile yeniden yapılanma sürecinde zarar gören somut ve somut olmayan kültürel mirasın yeniden canlandırılması için hassas bir çalışma yürütülmelidir.

● Deprem ve yıkımla birlikte en büyük tehlikenin kültürel silinme ve ortadan yok olma şeklinde olmaması için kamu konut sunumunda katılımcı ve kapsayıcı işbirlikleri kurulmalıdır.

● Kültür, toplumun devamlılığı, kimliğin anlamı ve ekonomik kalkınmada değeri ile, afet sonrası “daha iyi” yeniden yapılandırma sürecinde temel güçtür. Ekonomik güvencesizlikler, yoksulluk, eşitsizlikler ve dışlanma gibi olumsuzlardan etkilenen toplum için sosyal uyum ve kimliğin (yeniden) inşası ve toplumun kendine inanması ve gurur duyması için yardımcıdır. Toplumun yeniden birbirine ve yere bağlanmasına yardımcı olur, diyalog ve uzlaşı sağlar. Bu yönüyle UNESCO ve ICOMOS gibi uluslararası aktörlerin yanı sıra Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi de kültüre ve kültürel mirasa vurgu yapmaktadır.

● Depremler toplum içinde kendine özgü kırılganlık hallerini doğurur. Bu kırılganlıklar genel dezavantajlı gruplara ek olarak deprem koşullarına ve deprem bölgesine özgü tanımlanabilecek afete bağlı psikolojik ve toplumsal travmalar, eksilmiş/dağılmış aileler, kimsesiz ve refakatsiz çocuklar, akut ve kronik rahatsızlığı olanlar, deprem nedeniyle engelli olanlar, mülksüzler, uzak illere yerleştirilenler, geçici barınma sorunu yaşayanlar, iş ve okul düzenini kaybedenler, gençler, güvenlik endişesi yaşayanlar gibi kırılgan birey ve grupları içerir. Başarılı bir afet sonrası yardım ve iyileştirme programı için toplumun genel ve yerele/koşula özgü kırılgan grupları tespit edilerek, bu gruplara ve onların beklenti ve ihtiyaçlarına cevap verecek sosyal altyapı alanlarına ve kullanımlara planlama çalışmalarında özel bir yer verilmelidir.

● Kentsel dönüşüm ve kentsel yeniden yapılandırma kapsayıcı yaklaşımlarla bütünleştirilmediğinde bölücü bir süreçtir. Sosyal dışlanmadan sosyal olarak kapsayıcı kentsel dönüşüm müdahalelerine geçiş olarak topluluk yönetişim modelleri geliştirerek, topluluk çıkarlarını ve kolektif hafızalarını kapsamlı bir şekilde temsil eden kent hakkını vurgulamaya acil bir ihtiyaç vardır. Bu, sosyal etkileri göz önünde bulunduran ve toplum içinde bir kamu çıkarına tabii ve sosyal bir varlık olarak tarihi kentsel peyzaj fikrini zorlayan, sosyal olarak kapsayıcı bir kamu politikası aracı olarak kentsel politikaya ilişkin daha geniş bir anlayışla ilgilidir.

**Kaynaklar**

*AFAD / deprem.afad.gov.tr*

*Stratejik Çevresel Değerlendirme Yönetmeliği - EK 5 Duyarlı Yöreler*

*https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/04/20170408-3-1.pdf*

*TBMM Meclis Araştırma Komisyon Raporu, 2010*

## 4.2. Hızlı Konut İhtiyacının Karşılanması İçin Kullanılabilecek İnşaat Teknikleri

### 4.2.1. Giriş

6 Şubat 2023 Nurdağı-Pazarcık (Mw 7,7~7,9) ve Ekinözü-Elbistan (Mw 7,6) depremleri sonrasında meydana gelen büyük oranda hasar ve yapısal göçmeler sonucunda etkin ve hızlı kalıcı konut çözümü arayışı başlamıştır. Acilen inşa edilmesi gereken 350 binin üzerinde konut ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Kalıcı barınma gereksiniminin hızla karşılanması için üç farklı inşaat tekniği önerilmektedir.

### 4.2.2. Tünel Kalıp ile İnşa Edilen Taşıyıcı Sistemler

Ülkemizde toplu konut inşaatlarında çok kısa sürede çok sayıda betonarme konutlar inşa edilebilmektedir. Hız gerektiren bu tür inşaatlarda genellikle tünel kalıp sistemler tercih edilmektedir. Tünel kalıp sistemlerde, bina taşıyıcı sistemi genellikle asgari 25 cm ila 30 cm kalınlığında uzun betonarme perde duvarlar ile betonarme kirişsiz döşemelerden teşkil edilmektedir. Modüler olarak perde duvarların bir kenarı ile döşeme plağının bir bölümünün birlikte olduğu L şeklindeki yarım tünel kalıplar ve iç açıklıklar için teşkil edilen tam tünel kalıplar kat içerisinde veya üst katlara vinç yardımıyla kolayca kaydırılarak hareket edebilmektedir (Şekil 4.3).



***Şekil 4.3.*** *Tünel kalıp sistem ile bina inşaatı*

Tünel Kalıp Sistemlerinin Avantajları

• Ekonomik, güvenli ve süratli imalat yapılabilmesi

• Bir takım kalıp ile aynı projede 500 defa döküm yapılabilmesi

• Benzer başka projelerde, yeni yapılacak kalıp ilavesi ve eski kalıpların onarılması ile

düşük maliyete uyum sağlayabilmesi

• Az sayıdaki yüksek vasıflı ustabaşı, yardımcıları ve düz işçiler ile gerçekleştirilebildiğinden, işçilik maliyetlerinde önemli tasarruflar sağlanabilmesi

• İnşaat yapım süresi çok hızlandığı için, klasik sistemlere kıyasla kullanılan yapım sermayesinin finansman maliyeti önemli oranda düşmesi

• Yüklenicinin günlük periyotta bir dökümde perde ve döşeme betonları döktüğü bir kalıp sistemi olması dolayısıyla hava koşullarına ve kürlemeye bağlı olarak 1-2 gün içerisinde yeni katlarının üretilebilir olması

• Statik projenin gerektirdiği 1,5 m ile 6,5 m aralığındaki düzenli açıklıklarda kolaylıkla beton dökümünün yapılabilmesi

• Büyük kesme kuvveti kapasitesine ve rijitliğe sahip çok sayıda betonarme perdelerden oluşan tünel kalıp sistemle inşa edilen binaların depreme karşı yüksek dayanıma ve taşıyıcı sistem güvenliğine sahip olmasının yanı sıra şiddetli rüzgâr ve fırtına etkisinde de güvenli bir yapı sistemi oluşturmaları

• Kalıbı tamamlayan iskele sistemlerinin şantiyede eksiksiz uygulanması halinde iş güvenliği konusunda son derece başarılı neticeler alınması

• Bu tür yapıların yangınlara karşı dayanımlarının yüksek olması

• Elektrik ve sıhhi tesisat işlerinin tatbikatında da kolaylıklar göstermesi

• Başta konut olmak üzere otel, öğrenci yurdu, hapishane, kışla gibi döküm tekrarı kalıp maliyetini ucuzlatacak her türden binalarda ekonomik olarak uygulanabilmesi

• Hafif düzeyde hasar görme durumunda kaynak ustalarınca onarılabilir olması

• Betonun termal kütlesi, doğru yalıtım malzemelerinin kullanımı ile birleştiğinde ısınma/soğutma maliyetlerinin en az seviyeye indirmesi

**Tünel Kalıp Sistemlerinin Dezavantajları**

• Tünel kalıp sisteminin ilk yatırım maliyeti yüksektir. Küçük ya da tek seferlik projelerde ekonomik değildir.

• Hızlı üretim süreci ve döngüleri nedeniyle malzeme akış hızında gecikme olmamalıdır. Hızlı nakit akışı ve koordinasyon gerektirir. Üretim malzemesi tedariğinde aksamalar olduğunda verim düşer.

• Düşük işgücü elemanı ihtiyacına rağmen ağır malzeme kullanımı nedeniyle nitelikli işgücüne ihtiyaç duyar.

• Vinçler nedeniyle ekipman maliyetleri nispeten daha yüksektir.

• Kalıbın sökülmesi mümkün olmadığı için bodrum katların inşasında tünel kalıp sistemi kullanılamaz.

• Beton kalitesinin yüksek olması nedeniyle daha ince beton, mukavemet için yeterli olmaktadır. Ancak bu durum düşük ses yalıtımı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle özellikle gürültü probleminin çözümü için ek önlemlerin alınması gerekmektedir.

• Konser salonları, tiyatro gibi büyük açık alanlar ihtiva eden yapıların inşasında tünel kalıp sistemi uygun değildir. Ayrıca bu sistem, mimari tasarım alternatiflerini sınırlandırmaktadır

Tünel kalıp sistemlerle çok katlı bloklardan oluşan toplu konut inşaatlarının hızla inşa edilebilmesi mümkündür. Ancak, öncellikle bloklar için belirli tip mimari projeler geliştirilmesi, temel ve bodrum katların konvansiyonel kalıplarla inşa edileceği ve bu sürecin de inşaat süresini uzatacağı, üst yapıların tünel kalıp sistemlerle hızla inşa edilebileceği de dikkate alındığı zaman temel derinliği ve bodrum kat sayısının sınırlandırılması veya hafriyat, bodrum kat çevre perde duvarlar vs. inşası belirli bir döngüyle üst kat inşaatlarını olumsuz etkilemeyecek şekilde iyi bir planlama ile yapılması önerilir. Zemin kat ve normal katların herbirinin 2 gün/kat hızla inşa edilebileceği tahmin edilmektedir. Örneğin zemin kat ve 6 normal kat olmak üzere zemin kat seviyesinin üstünde toplam 7 katlı bir bloğun temel ve bodrum kat inşaat süreleri hariç olmak üzere yaklaşık 15 gün içerisinde inşa edilebileceği tahmin edilmektedir.

### 4.2.3. Prefabrike Betonarme Konutlar

Prefabrike betonarme, depremler sonrasında ortaya çıkan yoğun konut ihtiyacını karşılamak üzere

dünyada yaygın olarak kullanılan bir yapım tekniğidir. Tüm üretim süreci endüstriyel bir disiplinle fabrikalarda gerçekleştiğinden, kalite kontrol bakımından idealdir. Çok katlı prefabrike sistemler, tekrarlı çoklu projelerde konvansiyonel çözümlere göre daha ekonomik olmaktadır. Prefabrike betonarme

sistemler, ülkemizde yaşanan önceki depremlerde uygun yapısal performans göstermişlerdir.

Üç farklı konut modeli öne çıkmaktadır:

• Perde-çerçeve konut modeli: Tüm kolon-kiriş bağlantıları moment aktaran (TBDY2018 MAB3) özellikte olan prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme betonarme perdelerin birlikte kullanıldığı sistemlerdir. Taşıyıcı sistemde, deprem yükleri perdeler tarafından taşınmaktadır. Zemin + 3 kat olarak oluşturulan ve her katta 4 dairenin bulunduğu Bingöl Genç konutları, 2003 Bingöl depremini sıfır hasarla atlatmıştır. 16 daireli 36 blok 8 ayda teslim edilmiştir.

• Çift cidarlı panelli filigran döşeme konut modeli: Yatay ve düşey prefabrike panellerin yerinde dökme beton ile tamamlandığı sistemlerdir. Taşıyıcı sistem tamamen perdelerden oluşmaktadır. 2011 Van depreminden sonra bu teknik kullanılarak inşa edilen zemin + 3 katlı 222 daire (20000 m²) 7 ayda teslim edilmiştir.

• Ard-germeli monolitik konut modeli: Kolon-kiriş bağlantılarının ard-germe ile monolitik hale getirildiği (TBDY2018 MAB2) bu taşıyıcı sistem türüyle çok katlı konutlar yapılmaktadır. Bu teknik kullanılarak Van'da inşa edilen 8 katlı bir örnek, 2011 Van depremine maruz kalmıştır. Bina taşıyıcı sisteminde hasar oluşmamıştır.

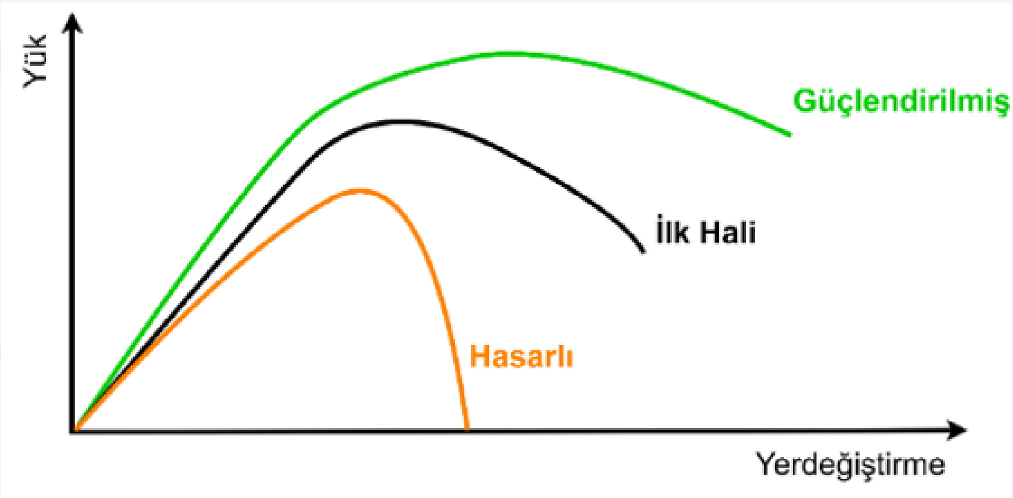
### 4.2.4. Modüler Çelik Sistemler

Diğer alternatiflerin yanında, ortaya çıkan konut açığını kısa sürede gidermek amacıyla özellikle görece daha hafif endüstrileşmiş yapım sistemleri öne çıkmaktadır. Yeniden inşa edilecek yapıların bir bölümünde çelik malzemenin sağladığı üstünlükleri kullanmanın çok akılcı olacağı düşünülmektedir. Kısa vadede planlanan az katlı müstakil ya da apartman türündeki konutlar için çelik sistemlerden yararlanılabilir. 1 ila 2 kat arası binalarda soğukta şekil verilmiş hafif çelik elemanlı sistemler "aile evleri" olarak tasarlanabilir. Bu tür konutların hesap ve yapım kuralları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'de Bölüm 10'da verilmiştir. Buna ek olarak 4 ila 5 kata kadar inşa edilecek olan konutlarda yine aynı yönetmelikte Bölüm 9'da verilen ilkeler çerçevesinde çelik sistemlerden yararlanılabilir.

Mimari bakımdan düzgün bir şekilde tasarlanmış modüler çelik sistemler deprem güvenliği ile birlikte işlevsellik ve estetik koşulları da sağlayacağından yeniden yapılaşmada (konutlar ve sosyal binalar) rahatlıkla tercih edilebilir. Modüler tasarım hızlı ve kaliteli üretimi de sağlayacaktır. Modüler sistemlerin var olan üreticilerle birlikte çalışarak tasarlanması önem kazanmaktadır. Lojistik konuları bu bağlamda öne çıkmaktadır. Bölgedeki zayıf/olumsuz zemin özelliklerine de uygun olan hafif sistem seçenekleri yeterli rijitlik, dayanım ve süneklik ile güvenli yeni bir yapı stokunun oluşturulmasına katkıda bulunacaktır. Türkiye'de bulunan gerek hafif çelik gerekse yapısal çelik ürünlerinin üreticileri modüler yapım konusunda oldukça deneyimlidirler. Hatta yine Türkiye'de faaliyet gösteren ve tamamıyla montaja hazır modüler birimleri üreten ve yurtdışına ihraç eden firmalardan yararlanılması düşünülebilir. Bu sistemlerde mutfak, banyo gibi birimler de bulunmakta; elektrik, mekanik tesisat gibi donanımlar dahil neredeyse bitişe yakın modüller iyi bir çözüm olarak sunulmaktadır.

### 4.2.5. Mevcut Yapılarda Onarım ve Güçlendirme

Kalıcı barınma gereksiniminin giderilmesine yönelik olarak çok sayıda binanın yıkılarak yeniden inşa edilmesi için önemli miktarda zaman ve finansal kaynak ihtiyacı ortaya çıkabilecektir. Onarım ve güçlendirme, yıkıp yeniden yapmaya göre daha az zaman ve finansal kaynak gerektireceğinden bir alternatif olarak düşünülebilir. Meydana gelen depremlerde yapıda hasar oluşması veya yapının mevcut durumda sağlaması gerekenin altında performans seviyesine sahip olması gibi nedenlerden ötürü güçlendirme uygulanabilmektedir (Şekil 4.4). Onarım, hasarlı bir yapı elemanının performansını hasar öncesi durumuna getirmek üzere yapılan müdahaleleri; güçlendirme ise hasarlı veya hasarsız yapı elemanlarının performansını artırmak üzere yapılan müdahaleleri kapsamaktadır.




***Şekil 4.4.*** *Onarım ve güçlendirmenin yapının yük-yerdeğiştirme ilişkisine etkisi*

Binanın kolon, kiriş, perde, kolon-kiriş birleşim bölgesi gibi deprem yüklerini karşılayan elemanlarında dayanım ve şekildeğiştirme kapasitelerinin arttırılmasına yönelik olarak uygulanan işlemler, eleman güçlendirmesi olarak tanımlanmaktadır. Ancak, eleman bazında yapılacak güçlendirmenin yeterli olmaması durumunda, binanın taşıyıcı sisteminin dayanım ve şekildeğiştirme kapasitesinin arttırılması, iç kuvvetlerin dağılımında sürekliliğin sağlanması, binaya yeni elemanlar eklenmesi, birleşim bölgelerinin güçlendirilmesi, deprem etkilerinin azaltılması amacıyla sistem güçlendirmesi uygulanabilmektedir.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), eleman güçlendirmesi kapsamında, kolonların sünekliğinin, kesme dayanımlarının arttırılması ya da bindirmeli eklerin zayıflıklarının giderilmesi gibi durumlar için betonarme, çelik veya lifli polimer sargı kullanılabilmektedir. Kolonların eğilme kapasitesini arttırmak için ise kolon kesitleri büyütülebilmektedir. Betonarme kirişlerin kesme dayanımlarının ve bazı durumlarda süneklik kapasitelerinin arttırılması amacıyla dıştan etriye eklenebilmekte veya lifli polimer ile sargılanabilmektedir. Temel üstünden yukarıya kadar üst üste süreklilik gösteren betonarme çerçeve içindeki bölme duvarlarının rijitliği ve kesme kuvveti dayanımı lifli polimer uygulaması veya hasır çelik donatılı özel sıva ile artırılabilmektedir.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), sistem güçlendirmesi kapsamında, yerinde dökme betonarme perdelerle güçlendirme yöntemi yanal rijitliği ve dayanımı yetersiz olan betonarme taşıyıcı sistemler üzerinde uygulanabilmektedir. Diğer bir güçlendirme yöntemi de betonarme sisteme yeni çerçeveler eklenmesidir. Deprem yüklerinin azaltılması amacıyla binanın üst katının veya katlarının iptal edilerek kaldırılması, mevcut çatının hafif bir çatı ile değiştirilmesi, ağır balkonların, parapetlerin, bölme duvarların, cephe kaplamalarının daha hafif elemanlar ile değiştirilmesi uygulanabilecek etkin yöntemlerdendir. Uygulamada sıkça kullanılan eleman ve sistem güçlendirme yöntemlerine ait detaylar Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) Bölüm 15'de verilmiştir.

Dünyada, ülkemizde, üniversitemizde güçlendirme ile ilgili önemli sayıda gerek tam ölçekli eleman deneyleri gerekse tam ölçekli yapı deneyleri yapılmıştır. Eksenel yük ve yön değiştiren tekrarlı eğilme etkilerine maruz bırakılmış bir kolonun betonarme manto ile sargılama örneği Şekil 4.5'te sunulmuştur. Üniversitemizde lifli polimer sargılama kullanılarak yapılan betonarme eleman güçlendirmesi ile ilgili ilk çalışmalar 90'lı yılların sonunda başlamıştır (Ilki vd. 2000, 2002, Ilki ve Kumbasar 2001a, 2001b). Bu çalışmaları takiben yapılmış olan ve farklı parametrelerin incelendiği çalışmalardaki lifli polimer sargı ile güçlendirilen betonarme elemanlara ait görünümler Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Bölme duvarların lifli polimer sargı ile güçlendirilerek sisteme entegre edilmesini ele alan ilk çalışmalardan bir görünüm Şekil 4.7'de sunulmuştur (Yuksel vd. 2005). Ayrıca, Şekil 4.8'de karbon lifli polimerler ile sargılanarak güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş tam ölçekli çeşitli yapısal yetersizliklere sahip 2 eş betonarme binanın deney sonu görünümleri gösterilmiştir. Binalar sabit düşey yükler ve yatay yükleme altında eş zamanlı olarak test edilmiştir. Güçlendirilmemiş binada %1.45 öteleme oranında toptan göçme durumu gözlenirken güçlendirilmiş test binasında 10 kat ileri bir öteleme oranında (%15) dahi yapının düşey yük taşıyıcılığını korumaya devam ettirdiği gözlenmiştir.




***Şekil 4.5.*** *İTÜ'de betonarme mantolama ile yapılan güçlendirme örneği (Demir, 2004)*




***Şekil 4.6.*** *İTÜ'de yapılan lifli polimer ile güçlendirme çalışmalarından örnekler (Bedirhanoğlu 2009, Ghatte et al. 2015, Cosgun vd. 2019, Seyhan vd. 2023)*



**Şekil 4.7.** *Bölme duvarların lifli polimer sargı ile güçlendirilerek sisteme entegre edilmesi (Yuksel vd. 2005)*




**Şekil 4.8.** *Lifli polimer sargılama ile güçlendirilmiş betonarme kolonların deprem davranışının belirlenmesine yönelik yapılan tam ölçekli bina deneyleri (Ilki vd. 2018)*

## Kaynaklar


*Bedirhanoğlu, İ. Düşük dayanımlı betona sahip betonarme kolon ve birleşimlerin deprem yükleri altında davranışlarının incelenmesi ve iyileştirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2009.*

*Cosgun, C., Cömert, M., Demir, C., Ilki, A. (2019). Seismic retrofit of joints of a full-scale 3D reinforced concrete frame with FRP composites. Journal of Composites for Construction, 23(2), 04019004.*

*Demir, C. Mantolanmış hasarlı betonarme elemanların yön değiştiren tekrarlı yükler altında davranışı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2004.*

*Ilki, A., N. Kumbasar and O. Abit, "Experimental and Theoretical Energy Dissipation of CFRP Wrapped Concrete," Proc. Technology Transfer Seminar on Advanced FRP Materials for Civil Structures, Bologna, Ceb/Fip, 2000.*

*Ilki, A.and N. Kumbasar, "Strengthening of Damaged Concrete Members by Carbon Fiber Reinforced Polymer Composites," Proc. International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, Hong Kong, Vol. I, 781-788, Elsevier, Oxford, 2001a.*

*Ilki, A. and N. Kumbasar, "Cyclic Behavior of Concrete Members Rehabilitated and Strengthened by Using Carbon Fiber Sheets," Proc. 2nd International Conference on Engineering Materials, San Jose, Vol. II, 483-492, CSCE/JSCEE, Montreal/Tokyo, 2001b.*

*Ilki, A., N. Kumbasar and V. Koc, "Strength and Deformability of Low Strength Concrete Confined by Carbon Fiber Composite Sheets," Proc. ASCE 15th Engineering Mechanics Conference, New York, on CD, Paper No:101, Columbia University, New York, 2002.*

*Ilki, A., Tore, E., Demir, C., Comert, M. (2018). Seismic performance of a full-scale FRP retrofitted sub-standard RC building. In Recent Advances in Earthquake Engineering in Europe: 16th European Conference on Earthquake Engineering-Thessaloniki 2018. Springer International Publishing.*

*Seyhan, E. C., Goksu, C., Saribas, I., Ilki, A. (2023). Hybrid Use of Externally Embedded FRP Reinforcement for Seismic Retrofitting of Substandard RC Columns. Journal of Composites for Construction, 27(3), 04023022.*

*Yuksel, E., A. Ilki, G. Erol, C. Demir, F. Karadoğan, "Seismic Retrofit of Infilled Reinforced Concrete Frames with CFRP Composites," Nato Workshop on Seismic Assessment and Rehabilitation of Existing Buildings, Istanbul, 2005.*

# 5. Çevresel Altyapı Ve Deprem Atıkları Yönetimi Açısından Değerlendirme

Prof.Dr. İsmail Koyuncu, Prof. Dr. Vedat Uyak, Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Yüksekdağ,
Dr. Öğr. Üyesi Türker Türken, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emin Paşaoğlu

## 5.1. Doğal Afet Durumlarında Güvenli Su Temini

Depremler, içme suyu temini ve atıksuların uzaklaştırılması olanaklarında aksamalara, geçici barınma ortamlarında aşırı kalabalıkların oluşmasına, çok sayıda insanın yer değiştirmesine ve ciddi yaralanmalara yol açtığı için su yoluyla bulaşma potansiyeli yüksek olan enfeksiyon hastalıkları riskini de artırabilir. Bu nedenle, deprem sonrasında su kaynaklı salgınların önlenebilmesi için güvenli su temini ile ilgili teknik önlemlerin alınması hayati önem arz eder.

Diğer yandan, Kahramanmaraş merkezli meydana gelen depremin etkilendiği on ilde mevsim koşullarının soğuk olması, afetin oluşturduğu barınma ve beslenme olanaklarında zorluk yaşanmasına neden olurken, içme suyu kaynaklı risklerin hızlı bir şekilde yayılmasını da yavaşlattığı belirtilmektedir.

Deprem sonrası toplumda sağlıklı bir yaşamın sürdürülebilmesi için temiz içme suyunun temini, uygun atıksu alt yapısının ve atıkların uygun şekilde yönetimi ve gıda güvenliğinin sağlanması kritik önem arz eden hususlardır. Enfeksiyon hastalıklar gibi birçok bulaşıcı hastalık, uygun su ve gıda tüketiminin sağlanmasıyla önlenebilir. Bu amaçla aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

• Çadır kentler gibi deprem sonrası geçici yerleşim bölgelerine en az 15 L/kişi.gün'lük su gereklidir. Bu toplu yerleşim bölgelerinde her 250 kişiye 1 su noktası, her aileye 2 adet 20 litrelik su bidonu temini yapılmalıdır.

• İnsanların bu koşullarda el yıkama ve temel kişisel hijyen önlemlerine uyması hastalıkların yayılmasını önler. Eller, öncelikle yemeklerden veya gıda hazırlamadan önce, tuvalete gittikten veya hapşırık, öksürükten sonra ve görünür kirlenme olması halinde olmak üzere sık aralıklarla su ve sabunla yıkanmalı, görünür kirlenme yoksa alkol içeren çözeltilerle 20 sn ovuşturulmalıdır.

• Su alt yapısının hasar görmesi durumunda içme suyuna ulaşımda sorunlar yaşanabilir. Ancak insanların yeterli sıvı alınmasına özen gösterilmelidir. İçme suyu olarak mümkünse uygun şekilde şişelenmiş, kapalı sular tercih edilmelidir. Bu tür içme suyuna ulaşılamıyorsa, suyun güvenli bir şekilde tüketilmesi için kaynatma, klorlama ve filtreleme işlemleri uygulanması söz konusudur. Bu tekniklerle ilgili detaylı açıklama aşağıda verilmiştir.

Güvenli şişelenmiş su yok ise içmeyi güvenli hale getirmek için su kaynatılmalıdır. Kaynatma, virüsler, bakteriler ve parazitler dahil olmak üzere hastalığa neden olan mikropları öldürmenin en kesin yöntemidir. Bunun için suyun 1 dk boyunca kaynatılması gerekir (Şekil 5.1.1). Eğer mevcut konum deniz seviyesinden yaklaşık 2000 m'den daha yüksekte ise bu durumda suyu 3 dk boyunca kaynatmak gereklidir. Kaynamış suyun tadını iyileştirmek için bir kaptan diğerine dökerek havalandırılabilir ve ardından birkaç saat bekletilir veya her litre kaynamış su için bir tutam tuz eklenir. Kaynatılmış su, temiz ve ağzı kapalı kaplarda muhafaza edilmelidir (URL-1).



***Şekil 5.1.1.*** *Üzeri açık kapta su kaynatma (URL-1)*

## Dezenfeksiyon

Bu yöntem çoğu bakteri ve virüsü öldürür. 2 L suya 8 damla %5 kokusuz ev tipi çamaşır suyu eklenir. Bulanık musluk suyu için 16 damla kullanılabilir. Ev tipi çamaşır suyu yoksa, etiket talimatlarına göre klor dioksit tabletleri veya iyot kullanılabilir. Çamaşır suyu eklendikten sonra su karıştırılmalı ve kullanmadan önce en az yarım saat beklenmelidir (Şekil 5.1.2). Diğer yandan, klorun bulunmaması durumunda aşağıdaki güneş ile dezenfeksiyon yöntemi de uygulanabilir.

Acil durumlarda, güneş ışınları suyun kalitesini artırabilir. Bu yöntem sudaki hastalık yapıcı mikroorganizmaları azaltabilir. Ancak güneş ışınları bulanık sularda etki göstermez. Dolayısıyla eğer su bulanık ise önce süzülmeli/filtrelenmeli ya da su dinlendirilerek tanecikler çöktürülmelidir. Ardından su şeffaf şişelere doldurulur. Şişeler yan yatırılarak hava güneşli ise 6 saat, bulutlu ise 2 gün güneşte bekletilir. Şişelerin yere serilmesi, güneş ışınlarının içerideki suyu daha etkili bir şekilde dezenfekte etmesini sağlar. Şişeleri karanlık bir yüzeye koymak da güneş ışınlarının suyu daha etkili bir şekilde dezenfekte etmesine yardımcı olacaktır (URL-1).

Çadırkentler gibi deprem sonrası toplu yerleşim yerlerine tahsis edilecek su depolarında dezenfeksiyon işlemi için ise klor tabletleri de kullanılabilir. Depodaki su hacmi ve klor tableti kullanım talimatına göre belirlenecek sayıda tablet, depoya atılarak etkili ve büyük hacimde dezenfeksiyon işlemi gerçekleştirilebilir.




***Şekil 5.1.2.*** *Çamaşır suyu ile dezenfeksiyon işlemi (URL-1)*

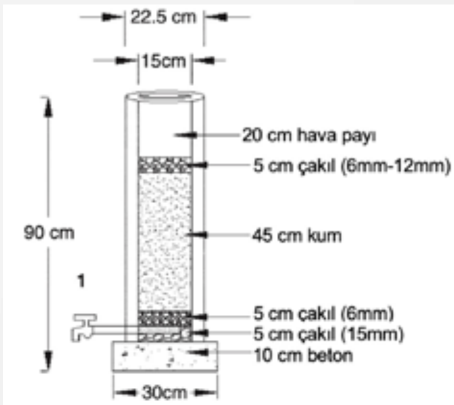
## Filtrasyon

Bu yöntem parazitleri, bulanıklık yapan katı maddeleri sudan uzaklaştırır. Ancak çoğu mobil su filtreleri bakteri ve virüsleri gideremez. Dolayısıyla ilave arıtmaya ihtiyaç duyar. Su filtrelendikten sonra kaynatılabilir veya çamaşır suyu ilave edilerek güvenli hale getirilir (Şekil 5.1.3) (URL-1). Eğer mobil filtrasyon sistemleri yok ise, su dinlendirilerek durultulabilir veya temiz bir tekstil malzemesi üzerinden süzülebilir.  Filtre olarak, çarşaf, havlu, tişört, çorap, yastık kılıfı, tülbent, N95 maske vb. kullanılabilir) (URL-3).



*Şekil 5.1.3. Mobil filtreleme sistemi (sol) ve tekstil malzemesinden süzme (sağ) (URL-1)*

2005 yılında Pakistan'ın kuzeyinde gerçekleşen deprem sonrasında su arıtımı için ev tipi kum filtreleri tasarlanmıştır. Tasarlanan kum filtresi, yerel olarak mevcut malzemelerden (silindir, çakıl ve kum) yapılmıştır (Şekil 5.1.4). Filtre borusunun iç çapı 15 cm, uzunluğu 90 cm ve altta 10 cm düz çimento beton ile 3,7 cm'lik duvar kalınlığı vardır. Filtrelenen suyu boşaltmak için tabana yakın bir yerde delikli galvanizli demir çıkış borusu takılmıştır. Filtre ortamı ise şu özelliklere göre doldurulmuştur: etkin yarıçapı yaklaşık 15 mm olan drenaj çakılları, tabanda 5 cm derinliğe kadar sıkıştırılmış, ardından yarıçapı yaklaşık 6 mm olan destek çakılları ile 5 cm derinliğinde başka bir dolgu yapılmıştır. Üzerine 45 cm kum eklenmiştir. Son olarak kumun üzerine sistemde eşit su dağılımının sağlanmasına yardımcı olacak yaklaşık 3 cm kalınlığında bir çakıl tabakası (6-12 mm çapında) yerleştirilmiştir. Filtre malzemeleri (kum ve çakıl), depremden etkilenen bölgeden temin edilmiştir. Bu malzemeler kullanılmadan önce yapışan kil parçacıklarını, organik bileşenleri ve diğer malzemeleri çıkarmak için yıkanmıştır (Mahmood ve diğ., 2011).




*Şekil 5.1.4. Ev tipi kum filtresine ait kesit görüntüsü (Mahmood ve diğ., 2011)*

Filtrelerden her gün 20 L su süzülmüş ve 10 günlük işletme sonrasında sudaki bulanıklık giderimi %96'dan yüksek iken, toplam koliform giderimi ise %97'nin üzerinde olmuştur. Ev tipi kum filtrelerinin kullanılmasıyla diyare (ishal) hastalığın neredeyse yok denecek kadar azaldığı gözlenmiştir. Ev yapımı arıtma teknolojisi sosyo-kültürel olarak kabul edilebilir, teknik olarak basit, kolay erişilebilir, sürdürülebilir, uygun maliyetli ve kullanıcı dostu olup yayılma potansiyeline sahiptir (Mahmood ve diğ., 2011).

İTÜ Mem-Tek Ulusal Membran Teknolojileri Uyg-Ar Merkezi tarafından tasarlanmış el gücü ile çalışan mobil su arıtma sistemleri hazırlanarak Kahramanmaraş Depremi (2023) afet bölgelerine ulaştırılmıştır. Bu arıtma sisteminin içinde kirletici giderimini sağlamak üzere bir aktif karbon torbası, bulanıklık ve hastalık yapıcı mikroorganizma giderimi için yerli üretim ultrafiltrasyon modülleri bulunmaktadır (Şekil 5.1.5).




**Şekil 5.1.5.** *El gücü ile çalışan membran sistemi (sol), sistem içerisindeki ultrafiltrasyon modülü (sağ)*

### 5.1.2. Öneriler

Deprem gibi doğal afetlerin en az hasarla atlatılmasını sağlamak için güvenli su temini ile ilgili ülke çapında kapsamlı çalışmaların başlatılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda, deprem sonrasında su temini ve arıtma hizmetlerindeki sorunlar salgın hastalıkların yayılması gibi ikinci bir felakete neden olabilmektedir. Bu nedenle deprem hazırlık çalışmaları kapsamında "Deprem Sonrası Acil Su Temini" için sivil toplum kuruluşlarının da görev aldığı bir acil eylem planının hazırlanmasının ve bu planın belirli sürelerle güncellenmesinin kritik olduğu düşünülmektedir. İTÜ olarak, bu eylem planının hazırlanmasına, hazırsa güncellenmesine ve deprem sonrasında uygulanmasına katkıda bulunmak için hazır olduğumuzu belirtiyoruz.

Acil durumlarda uygulanacak güvenli su temini için bir diğer öneri de yukarı da belirtilen üç yöntemin (kaynatma, dezenfeksiyon ve filtrasyon) mümkün olan şartlarda aşağıdaki sıralama ile kullanılmasıdır:

- Filtrasyon + kaynatma
- Filtrasyon + dezenfeksiyon (çamaşır suyu ile)

### 5.1.3. Geleceğe Yönelik Acil Su Temini Yatırımları

#### 5.1.2.1. Sağlık Tesisleri İçin Su Temini

Mobil su arıtma tesisleri kullanılarak, özellikle sağlık tesislerindeki ameliyatlar ve diğer işlemler için hijyen koşullarını sağlayan dezenfekte su temin edilebilir. Bu arıtma sistemi kum filtresi, aktif karbon kolonu ve klor dozaj pompasından meydana gelmektedir (Şekil 5.1.6). Filtre sistemi ve aktif karbon kolonu sudaki askıda katı madde içeriğinin uzaklaştırıken, klor dezenfeksiyon işlmei ise sudaki patojen bakterilerin giderimini sağlamaktadır. Bu tür sistemler yaklaşık saatte 10 m3 su üreterek, hastane faaliyetlerinden kaynaklanan su ihtiyacının ciddi anlamda karşılanmasını sağlarlar. Afet bölgelerindeki su kaynaklarında meydana gelen bulanıklık problemini gidermek noktasında bu tür mobil arıtma sistemleri yüksek verimle ve uzun süre işletilebilen sistemlerdir. Bu tür sistemlerin elektrik ihtiyacı söz konusudur.



***Şekil 5.1.6.*** *Mobil su arıtma sistemleri (URL-2)*

### 5.1.2.2. Japonya Acil Su İkmal Uygulaması

Japonya'da Devlet Su İşleri Bürosu, tüm boruları depreme dayanıklı su borularıyla değiştirmek ve çeşitli deprem koruma önlemlerini uygulamak için çalışmaktadır. Ayrıca, deprem veya başka bir doğal afet nedeniyle su kesintisi olması durumunda, bu yetkili kurum, etkilenen hizmet alanlarındaki insanlara "Acil Su Temini İstasyonlarında" su sağlayama yoluna gitmektedir. Japonya'da doğal afet durumlarında 3 tip Acil Su Tedarik İstasyonu mevcuttur (Şekil 5.1.7) (URL-4)..

**I. Acil Su İkmal İstasyonu (Su İkmal Noktası)**

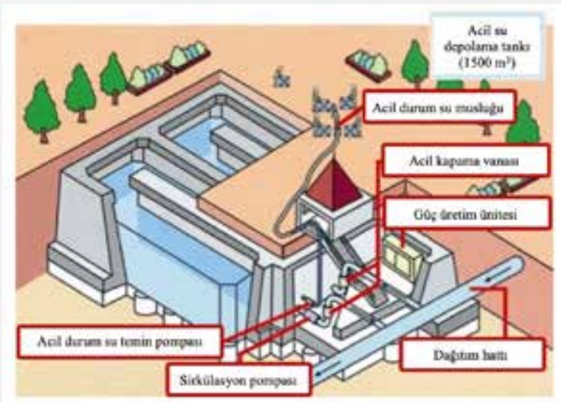
Genellikle yerleşim yerlerinin 2 km yarıçapı mesafesinde bu istasyonlardan biri bulunur. Tokyo Büyükşehir Bölgesi'nde bu istasyonlardan 212 adet bulunmaktadır (Arıtma Tesisleri, Su Temin İstasyonları, Acil Durum Su Depolama Tankları vb.) (URL-4).

**II. Acil Su Temini İstasyonları (Araç Taşımacılığı)**

Su İşleri Bürosu, tahliye merkezleri gibi en yakın Acil Su İkmal İstasyonundan (Su İkmal Noktası) çok uzaktaki yerlere su taşımak için su kamyonları kullanır ve orada bir su ikmal istasyonu kurar (URL-4).

**III. Su Temin İstasyonları (Yangın Hidrantları vb.)**

Acil Durum Su İkmal İstasyonları (Su İkmal Noktaları) tarafından sağlanan su teminini tamamlamak için, mahalleler, şehirler veya kasabalar tarafından tahliye merkezlerinin yakınında önceden belirlenmiş yangın hidrantlarına geçici musluklar kurulmaktadır (URL-4).




***Şekil 5.1.7.*** *Acil durum su depo sistemi (URL-4)*

### 5.1.4. Sonuçlar

Doğal afet sonrası güvenli suya erişim sınırlı veya zor olabilmektedir. Bu durumlarda, kirletilmiş suların tüketiminden kaynaklanacak sağlık problemlerini önlemek için sularda çeşitli arıtma işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Suların bulanıklık problemini gidermek için bekletme, tekstil bir mazlemeden ya da mobil filtrelerden süzme işlemi yapılmalıdır. Hastalık yapıcı mikroorganizmaların giderimi için suyun kaynatılması, ateş bulunamıyor ise ev tipi çamaşır suyu ve/veya klor tabletleri ile dezenfekte edildikten sonra kullanılması gerekmektedir. Filtre işlemi için afet bölgelerinde bulunabilecek çakıl, kum gibi malzemeler ile ev tipi filtre sistemlerinin kullanılması da etkili bir çözüm sunmaktadır. Doğal afet bölgelerindeki hastanelerde güvenli su temininde sıkıntılar yaşanıyor ise, buralara ivedilikle mobil su arıtma sistemleri sağlanmalıdır. Geleceğe yönelik iyileştirme çalışması kapsamında, Japonya uygulamasında olduğu gibi acil durum su ikmal uygulamaları için gerekli altyapıların tasarlanması önerilmektedir.

**Kaynaklar**

*URL-1*

*<https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/making-water-safe.html> erişim tarihi: 15.02.2023.*

*URL-2*

*<https://fairats.com.tr/mobil-su-aritma-sistemleri/> erişim tarihi: 15.02.2023.*

*URL-3*

*<https://www.offgridweb.com/survival/improvised-water-filters/> erişim tarihi: 15.02.2023.*

*URL-4*

*<https://www.waterworks.metro.tokyo.lg.jp/eng/life/kyoten.html> erişim tarihi: 15.02.2023.*

*Mahmood, Q., Baig, S. A., Nawab, B., Shafqat, M. N., Pervez, A., & Zeb, B. S. (2011). Development of low-cost household drinking water treatment system for the earthquake-affected communities in Northern Pakistan. Desalination, 273(2-3), 316-320.*

Prof. Dr. İsmail Koyuncu, Prof. Dr. İzzet Öztürk, Doç. Dr. Hale Özgün, Doç. Dr. Mustafa Evren Erşahin, Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Yüksekdağ, Yük. Müh. Bahriye Eryıldız, Araş. Gör. Ali İzzet Cengiz

## 5.2. Su ve Atıksu Altyapı Sistemleri

### 5.2.1. Giriş

Yaşam alanlarındaki yapılar, en genel ölçekte üstyapılar ve altyapılar olarak sınıflandırılabilmektedir. Konutlar, hastaneler, kamu binaları, ticarethaneler, alışveriş merkezleri vb. bina türü yapılar genel olarak üstyapılar olarak adlandırılırken, insanların bu üstyapılarda temel ihtiyaçlarını giderebilmesi için gerekli olan içme suyu temin ve dağıtım, kanalizasyon, yağmur suyu ve doğalgaz şebekeleri, karayolları, köprüler, demiryolları, liman yapıları vb. ulaşım ağları ile telekomünikasyon, internet, elektrik vb. şebekeler ise altyapılar olarak adlandırılmaktadır (Şahvelet, 2022). Altyapı sistemini oluşturan bu unsurlar aynı zamanda mühendislik ağı olan yaşam hatlarını oluşturmakta ve kentsel yaşam alanı üzerinde hayati bir etkiye sahip olmaktadır (Hasan, 2021).

Su dağıtım şebekeleri insanların yaşamı, sağlığı ve refahı için gerekli olan sistemlerden, tesislerden, teknolojilerden ve hizmetlerden oluşan kritik bir altyapıdır. Bir su temin sisteminin temel işlevi, suyu kaynaklardan kullanıcıya ulaştırmaktır. Su, kaynaklardan kullanıcılara boru hatları, pompalar, vanalar ve diğer donanımlardan oluşan bir ağ aracılığıyla iletilmektedir. Ayrıca değişen kullanım oranları veya yangından korunma nedeniyle talepteki dalgalanmaları karşılamak için tanklarda ve rezervuarlarda depolanmaktadır (Wang ve Au, 2009). Alt yapı sisteminin bir diğer bileşeni olan kanalizasyon sistemleri, atıksuların kanallar aracılığıyla toplanıp uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

Su dağıtım şebekleri ve kanalizasyon sistemleri önemli hasarlara ve hizmet kesintilerine neden olabilecek çok çeşitli tehditlerle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu tehditler arasında eskiyen altyapı, doğal afetler ve insanların sebep olduğu çeşitli tehlikeler yer almaktadır. Su dağıtım şebekeleri ve kanalizasyon sistemleri; boyutları, konumları ve güvenlik durumu açısından farklılık gösterir (Bata ve diğ., 2022).

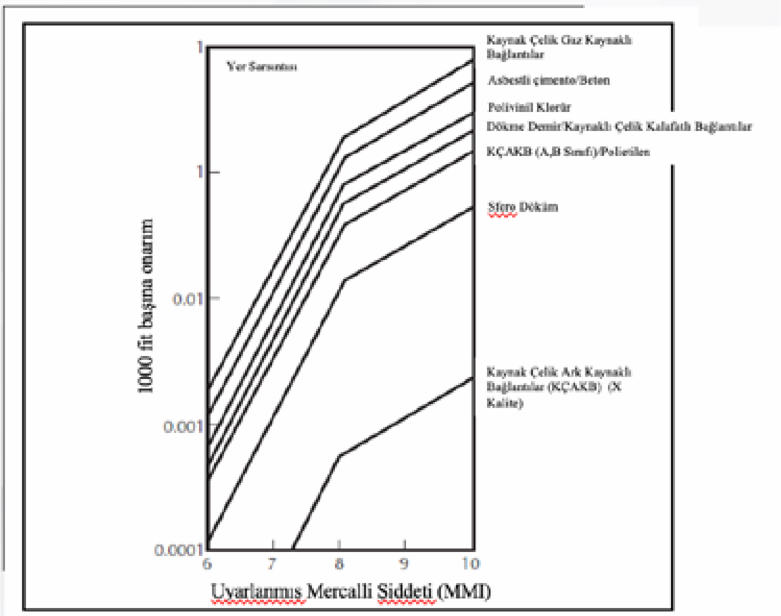
Deprem, kuraklık, yangın, kasırga, sel ve şiddetli fırtınalar gibi doğal afetler, özellikle eski altyapıya sahip olan su dağıtım şebekelerinde ve kanalizasyon sistemlerinde önemli derecede hasara neden olabilmektedir. Depremler, gömülü su boru hatlarında büyük hasara neden olarak boru hattı çatlama ve kırılmaları ile sızıntı oluşumu gibi çeşitli problemlere neden olabilmekte ve su dağıtım kapasitesinin azalmasına neden olabilmektedir (Wang ve Au, 2009). Aynı zamanda kanalizasyon sistemlerindeki hasar, arıtılmamış atıksuyun çevreye salınmasına neden olabilir. Depremin etkileyeceği altyapı sistemlerindeki hasarlar, salgın hastalıklar başta olmak üzere birçok soruna neden olabilmektedir. Depremin üst yapıda verdiği zararlar hemen fark edilebilirken altyapıda meydana gelebilecek hasarlar depremden birkaç gün sonra hayati tehlike oluşturmaya başlayabilmektedir. Bu nedenle, deprem afeti sonrasında su ve atıksu altyapısının güvende olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir.

Altyapı sistemleri, deprem sonrası ekonomik ve toplumsal işlevselliğin devam ettirilmesi sürecinde kentlerin en kritik operasyonel bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle su ve atıksu altyapı sistemlerinin hasar görmesi sadece halka yönelik temel hizmetin işlevini kesintiye uğratmakla kalmaz, aynı zamanda bir deprem sırasında ve sonrasında kurtarma çabalarını da kesintiye uğratır (Hasan, 2021). Bu riskini yönetilebilmesi için, depremlerin neden olabileceği hasarın boyutunun ve mekansal dağılımının tahmin edilebilmesi, yer hareketinin ve zemin koşullarının hangi özelliklerinin hasarla en fazla ilişkili olduğunun anlaşılması gerekmektedir (Bagriacik ve diğ., 2018). Büyük bir deprem durumunda, hastaneler gibi su tüketimi yüksek olan kurumlar, acil durum müdahalesinde çok kritik ve hayati önemde rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar ve kazanılmış tecrübeler, sismik riski yüksek bölgelerde su boru hattı sistemlerinin ve hastanelerin, büyük bir deprem durumunda çalışır durumda kalması gereken en önemli altyapı unsurlarından ikisi olduğunu göstermiştir (Wang ve Au, 2009).

### 5.2.2. Depremlerin Çevresel Altyapı Tesisleri Üzerindeki (Olası) Etkileri

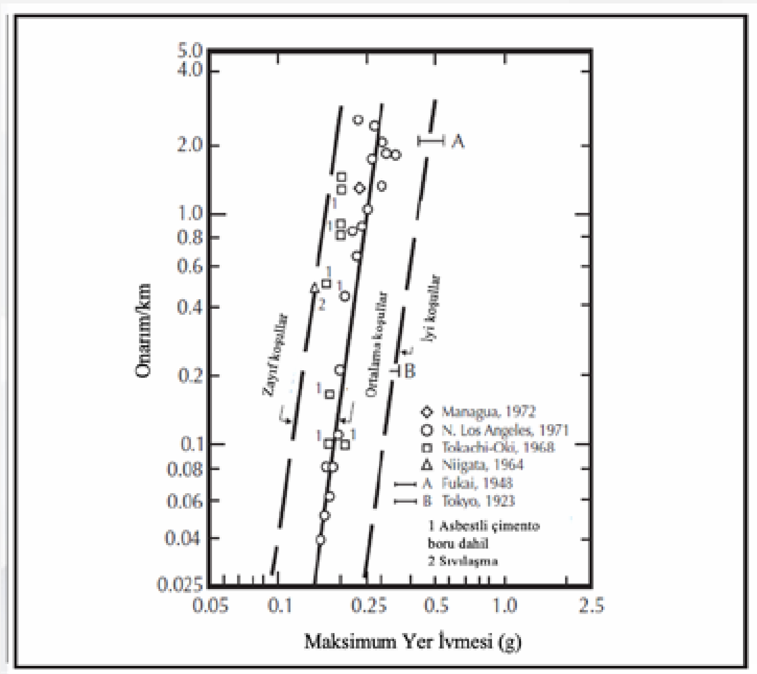
Depremler sonucunda binaların hasar görmesinin yanı sıra çevresel altyapı sistemleri de zarar görebilmektedir. Bu olumsuz etkiler; deprem dalgası etkisi ile gelişen ve zemin hareketi/deformasyonu dolayısıyla oluşan hasarlar şeklinde sınıflandırılabilmektedir. Deprem dalgası etkisi ile yer altındaki boru hatlarında oluşan kalıcı zemin deformasyonu (KZD) hasarı, belirli alanlardaki sorunlu zeminlerde yüksek hasarlara yol açarken, sismik dalga etkilerine bağlı oluşan hasarlar ise çok daha geniş alanların zeminlerinde düşük hasarlara yol açmaktadır (O'Rourke ve Liu, 1999). Zemin hareketi/deformasyonu sebebiyle yaşanan hasarlar başlıca fay hareketi, heyelan, yanal deformasyon, sıvılaşma vb. durumlarda meydana gelmektedir.

Dalga yayılımı etkisiyle boru hasarı ve uyarlanmış Mercalli Şiddeti arasındaki ilişki farklı boru çeşitleri için Şekil 5.2.1.'de verilmiştir. Buna göre, MMI'nin 8'den küçük olması durumunda hasar oranı hızlı artarken, MMI'nin 8'den büyük olması durumunda daha yavaş artış göstermektedir.




***Şekil 5.2.1.** Uyarlanmış Mercalli şiddeti ve boru hasar onarım arasındaki ilişki (O'Rourke ve Liu, 1999).*

Sarikaya ve Koyuncu (1999) tarafından yapılan çalışmada, Marmara Depremi'nin etkilerini araştırmak için Sapanca ve İstanbul'daki kanalizasyon sistemleri incelenmiştir. Marmara Depremi'nden sonra gömülü borularda toplam 400 noktada hasar meydana geldiği ve asbestli çimento borularda 4,4 hasar/km boru hasar oranı tespit edilmiştir.




***Şekil 5.2.2.** Maksimum yer ivmesine karşı kilometre başına onarımlarda boru hasarı (O'Rourke ve Liu, 1999).*

Son yüzyılda yaşanan büyük depremlerin zemine gömülü boru hat ve şebekelerinde yol açtıkları hasarlar ile ilgili çok sayıda tespit ve kayıt bulunmaktadır. Bu veriler sayesinde, deprem dalgaları (sismik dalgalar) ve/veya kalıcı zemin (yer) hareketlerine bağlı şebeke hasarlarının anlaşılması mümkün olmaktadır. Deprem dalgası yayılımına bağlı hasarlar, dalga yayılımının zeminde oluşturduğu geçici gerilme ve deformasyonlar dolayısıyla ortaya çıkan hasarlardır. Kalıcı zemin deformasyonlarına (fay hareketi, heyelan, sıvılaşma, sismik oturma vb.) bağlı hasarlar ise lokal olup, bu tür zemin hareketlerinin ortaya çıktığı kesimlerde gözlenirler. Su ve atıksu iletim hatları ile dağıtım ve toplama şebekelerindeki deprem hasarları bu iki etkinin bileşiminden oluşmaktadır.

Deprem hasarları ile ilgili ampirik ilişkiler başlıca iki ana grup halinde sınıflandırılmaktadır:

i. En büyük yer hızına (PGV) bağlı ifadeler (sismik dalga etkisini yansıtırlar)

ii. Kalıcı zemin hareketlerine bağlı (PGD) ifadeler (fay hareketi, heyelan, sıvılaşma vb. etkisini yansıtırlar)

Deprem etkisiyle boru hatlarında oluşan hasarları (tamir sayısı/km) en büyük yer hızına (PGV) bağlı olarak açıklayan ampirik bir ilişki, ABD ve Meksika'daki büyük deprem kayıtları esas alınarak, O'Raurke ve Ayala (1993) tarafından geliştirilmiştir.

$$\textit{Tamir Oranı (tamir/km)} \cong 0{,}0001 \times (PGV)^{(2{,}25)}$$

Bu ifade ile belirli bir yer hızı PGV (cm/s) dolayısıyla normal font (CI), beton (C) ve asbestli çimento boru (AÇB) gibi kırılgan (gevrek) malzemelerden üretilmiş boru hatlarındaki deprem dalgası hasarları tahmin edilebilmektedir. Düktil font (DI), çelik (S) ve yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) gibi esnek malzemelerden üretilen borulardaki olası deprem dalgası hasarlarının tahmini için yukarıdaki ilişkinin 0,30 faktörü ile çarpılarak azaltılması önerilmektedir. Bu, esnek borularla yapılmış boru hatları ve şebekelerdeki sismik dalga hasarlarının, gevrek/kırılgan malzeme ile yapılmış olanlara kıyasla %70 oranında daha az olabileceğini yansıtmak amaçlıdır.

Boru hatlarında oluşan kalıcı zemin deformasyonu/hareketi kaynaklı deprem hasarları da ABD San Diego Eyaleti Su İdaresi'ndeki gözlem ve tespitlere dayalı olarak, Honnegor ve Eguchi (1992) tarafından geliştirilen aşağıdaki ilişki ile ortaya konmuştur:

$$\textit{Tamir Oranı (tamir/km): Prob. (sıvılaşma)} \times PGD^{(0{,}56)}$$

Bu ifadede, PGD (inç) zemin deformasyonunu, Prob. (sıvılaşma) ise zeminin sıvılaşma ihtimalini göstermektedir. Esnek malzemeli borularla inşa edilmiş su ve atıksu boru hatları veya şebekelerinde bu ifadenin 0,30 ile çarpılarak kullanılması önerilmektedir. Dolayısıyla, gevrek malzemeden imal edilmiş borularla (CI, AÇB, CTP, Beton vb.) teşkil edilen su ve atıksu boru hatları ve şebekelerinde depremler sonucu yaşanan kalıcı zemin deformasyonu hasarlarının, esnek malzemeyle inşa edilmiş şebekelere göre yaklaşık 3,3 katı olması beklenmektedir.

Depremlerin sismik dalga ve kalıcı zemin hareketleri dolayısıyla boru hatları ve şebekelerde yol açtığı hasar oranlarının yukarıda açıklanan ampirik ilişkiler yardımıyla tahmin veya hesap yaklaşımları Tablo 5.2.1'de özetlenmiştir.

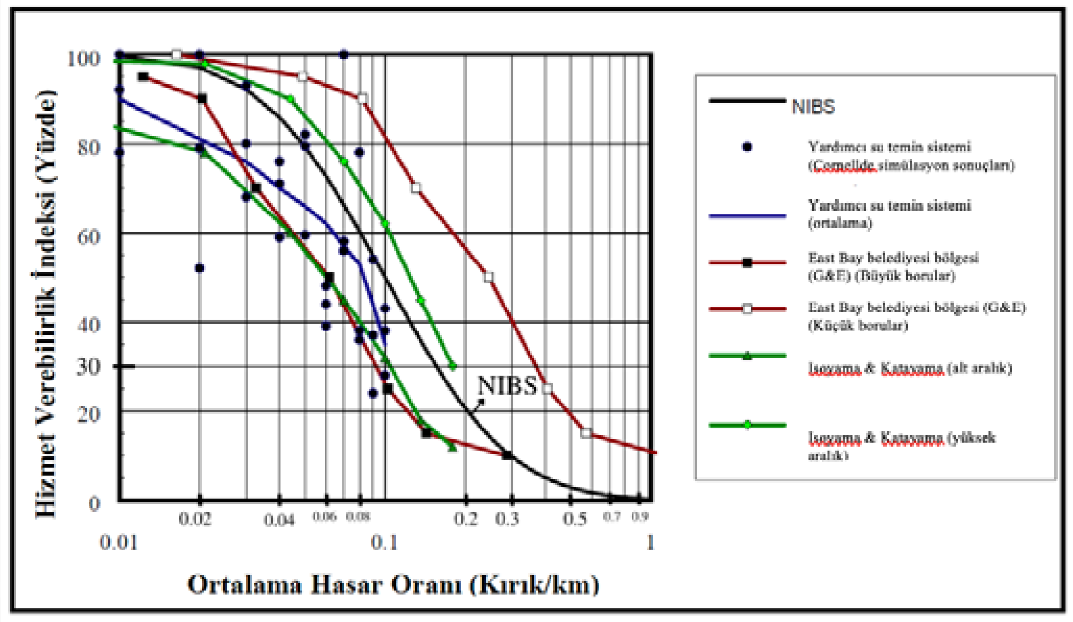
| | PGV Algortiması | | PGD Algoritması | |
|---|---|---|---|---|
| | RR=0,0001x(PVG)$^{2,25}$ | | RR=[Sıvılaşma Olasılığı]x(PVG)$^{0,56}$ | |
| Boru Grubu | Çarpan | Boru Türleri | Çarpan | Boru Türleri |
| Kırılgan Borular | 1 | Asbestli Çimento Beton Font, (PVC) | 1 | Asbestli Çimento Beton Font, (PVC) |
| Düktil Borular | 0,3 | Düktil Font Çelik (PVC), YYPE | 0,3 | Düktil Font Çelik (PVC), YYPE |

***Tablo 5.2.1.*** *HAZUS içme suyu boru hatları hasar algoritması (Şahvelet, 2022)*

Su ve atıksu iletim hatları ile şebekelerin deprem etkileri altındaki etkilenebilirlik ve performanslarının tahminiyle ilgili olarak, ABD Federal Acil Durum Yönetim Kurumu (FEMA) tarafından geliştirilen yöntem, Tablo 5.2.1'deki yaklaşım, HAZUS (Hazard US) yöntemi adıyla standartlaştırılmış bulunmaktadır. HAZUS yöntemi dünya genelinde, zemine gömülü boru hatları ve şebekelerinde (içme suyu, atıksu, doğalgaz, petrol, elektrik ve iletişim) en yaygın biçimde kullanılmaktadır. HAZUS yöntemi, su ve atıksu arıtma tesisleri, terfi merkezleri, su hazneleri, kuyular vb. sistem bileşenleri için de uygulanabilmektedir.

### 5.2.3. Sistem Bütününde Performans Değerlendirilmesi

Özellikle su temini ve dağıtım sistemlerinin deprem etkileri altındaki genel performanslarını hızlı ve etkin bir şekilde değerlendirmek üzere; Oakland, Tokyo ve San Francisco su temin ve dağıtım şebekelerinde geçmiş tecrübelerden elde edilen bulgulara dayanan bir yaklaşım geliştirilmiştir (Isoyama ve Katayama, 1982; Markov vd., 1994; GSE, 1994). Su dağıtım şebekesindeki km boru başına oluşan (veya oluşması beklenen) kırık/çatlak (tamir) oranına bağlı olan ve sistemin hizmet verebilirlik indeksiyle ilişkilendirilmiş (eşlenik log-normal) hasar fonksiyonlarını esas alan bir yaklaşım Şekil 5.2.3'te özetlenmiştir (FEMA, 2003).
Su temin ve dağıtım sisteminin genel deprem performansını ortaya koyabilmek için öncelikle HAZUS yöntemi yardımıyla, sismik dalga ve kalıcı zemin hareketleri dolayısıyla oluşacak toplam sistem hasarı [tamir (kırık/çatlak/sızıntı)/km boru uzunluğu] hesaplanır. Daha sonra Şekil 5.2.3 yardımıyla, tercihen genel ortalama performansı temsilen NIBS eğrisi esas alınarak, sistemin hizmet verebilirlik indeksi (%SI) tahmin edilebilir. Örneğin; toplam boru boyu 500 km olan bir su temin ve dağıtım sisteminde, yaşanan şiddetli bir deprem sonrası 0,1 (kırık/tamir)/km mertebesinde (50 kırık/sistem) bir hasar oluştuysa, bu sistemin hizmet verebilirlik indeksi yaklaşık % 50 olarak tahmin edilebilir. Bunun anlamı; deprem sonrası su temin ve dağıtım sisteminin %50 kapasite ile hizmet verebileceğidir. Ancak hasar oranı 0,2 (kırık/tamir)/km'ye (100 kırık/sistem) çıktığında sistemin hizmet verebilirlik indeksi %20'ye düşmektedir.




***Şekil 5.2.3.*** *Ortalama hasar oranı-hizmet verebilirlik ilişkisi eğrileri (FEMA, 2003).*

### 5.2.4. Ulusal ve Uluslararası Vaka Örnekleri

#### 5.2.4.1. Marmara (Gölcük) Depremi, 1999

17 Ağustos 1999'da Marmara Bölgesi'ni etkileyen 7,4 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Bu deprem sırasında Adapazarı'ndaki su temin sistemi büyük hasar görmüştür. Şehirdeki asbestli çimento borularında sıvılaşma kaynaklı zemin deformasyonları ve alüvyal çökeltilerin yumuşaması nedeniyle en büyük hasar iletim ve dağıtım sistemlerinde meydana gelmiştir. Bu bölgede deprem öncesinde su dağıtım sistemi esas olarak 350 mm ve 600 mm çapında asbestli çimento boru hatlarından oluşmaktaydı. Bu boru hatlarının %70'inin Marmara Depremi sırasında hasar gördüğü, kalan %30'unda ise bir miktar sızıntı tespit edildiği tespit edilmiştir. Asbestli çimento boru hatlarındaki hasarın çoğunun, dönme ve eksenel kaymanın meydana geldiği bağlantı noktalarında olduğu tespit görülmüştür (Ansal ve diğ., 2008). Deprem sonrası hasar gören asbestli çimento boru hattında meydana gelen onarım ve yenileme çalışmaları Şekil 5.2.4'te verilmektedir. Şebeke altyapısının onarım ve yenileme çalışmaları bir aydan fazla sürmüştür (Sarıkaya ve Koyuncu, 2001). Beton/betonarme borularla teşkil edilen atıksu ve yağmur suyu toplama şebekelerinin de neredeyse bütünüyle işlevsiz hale geldiği belirtilmektedir. Bu sonuçlar göz önünde tutularak Sakarya'da yenilenen su iletim ve dağıtım şebekelerinde AÇB yerine YYPE ve düktil font boru kullanımına geçilmiş bulunmaktadır. Güncel verilerle Sakarya ili genelindeki su temin sisteminde, %60 oranında YYPE, %26 oranında PVC ve %14 oranında diğer tiplerde (düktil font, çelik ve AÇB) borular kullanılmaktadır. Sakarya ili genelindeki su dağıtım şebekesinde AÇB yerine YYPE boru kullanılması halinde, HAZUS yöntemi ile, PEV= 63 cm/s en büyük yer hızı için hesaplanan sismik dalga yayılımı etkilerine bağlı hasar oranının yaklaşık %65 oranında azalacağı öngörülmektedir (Şehvelet, 2022).

Marmara Depremi'nin İzmit Ana Su Temini Sistemi (isale hatları ve şebeke) üzerindeki etkileri konusunda EQE International, Inc. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada; depremden sonra şehre verilen içme suyu miktarının 2500 L/s'den 3200 L/s'ye yükseldiği (yaklaşık %30'luk artış) ancak su ve atıksu arıtma tesislerinde önemli bir hasarın oluşmadığı belirtilmektedir.



***Şekil 5.2.4.*** *Deprem sonrası hasar gören asbestli çimento boru hattında onarım ve yenileme çalışmaları (Ansal ve diğ., 2008).*

Sarikaya ve Koyuncu (1999) tarafından yapılan çalışmada, Marmara Depremi'nin etkilerini araştırmak için Sapanca ve İstanbul'daki kanalizasyon sistemleri incelenmiştir. Marmara Depremi'nden sonra gömülü borularda toplam 400 noktada hasar meydana geldiği ve asbestli çimento borularda 4,4 hasar/km boru hasar oranı tespit edilmiştir.

### 5.2.4.2. Meksika Depremi, 1985

19 Eylül 1985'te Meksika'da gerçekleşen 8,1 şiddetindeki depremde su şebeke sistemleri ve kanalizasyon sistemleri en çok etkilenen bileşenler arasında yer almıştır. Sızıntı oluşumu, depremden kaynaklanan yer hareketi kaynaklı uzama, sıkışma ve dönmeyi karşılayamadıkları için en fazla Mexico City'nin daha yumuşak topraklara sahip bölgelerinde gözlenmiştir. Ana şebeke hatlarında sızıntı oluşma oranının 0,2 ile 1,5 onarım/km arasında değiştiği bulunmuştur. Deprem sonrasında 4 mahallede suya erişimin tamamen kesildiği, 6 mahallede ise ciddi kısıtlarla karşı karşıya kalındığı bildirilmiştir. İl nüfusunun yaklaşık %25'i su kesintisinden ciddi seviyede etkilenmiş, yaklaşık 6 milyon kişinin deprem sonrası su kaynağına erişimi ortadan kalkmıştır. Deprem sonrasında arıtılmış suyun dağıtımı mobil su depoları ve 424 adet geçici su dağıtım borusu içeren şebeke ile gerçekleştirilmiştir. En büyük zarar yumuşak zeminlerde ve zemin periyotları ile zemin stratigrafisi profilleri, T ile 3.0 s ve üstü olanlarda tespit edilmiştir (Lemnitzer ve diğ., 2021).

### 5.2.4.3. Kobe Depremi, 1995

17 Ocak 1995'te Japonya'nın Hanşin bölgesinde bulunan Kobe şehrinde 7,2 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Kobe Belediye Su İşleri Bürosu'nun su tedarik sistemi yaklaşık 4000 km dağıtım boru hattına sahiptir ve yaklaşık 1,5 milyon kullanıcıya hizmet vermektedir. Deprem öncesinde su temin sisteminde toplam boru uzunluğun yaklaşık %86'sı düktil dökme demir boru, %8 dökme demir boru, %3 vinil boru, %3 çelik borudan oluşmaktadır (Kitaura ve Miyajima, 1996).

30 Nisan 1995 itibariyle dağıtım boru hatlarındaki toplam arıza sayısı 1610 olarak tespit edilmiştir. Hasar oranı yaklaşık 0,41 hasar/km'dir. Toplam arızaların yaklaşık %64'ü bir bağlantı noktasında meydana gelmiştir. Boruların birleşim noktalarında gözlenen ayrılmalar arızaların büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Vana, hidrant vb. boru bağlantı parçalarında meydana gelen hasarlar daha çok büyük çaplı boru hatlarında meydana gelmiştir. Boru bağlantı parçalarının gücünün bir depreme dayanmaya yetmeyeceği düşünülebilmektedir. Bununla birlikte, depreme dayanıklı derzlere sahip sfero döküm boru hatlarının, sıvılaşmış alanlarda bile hasar görmediği tespit edilmiştir (Kitaura ve Miyajima, 1996).

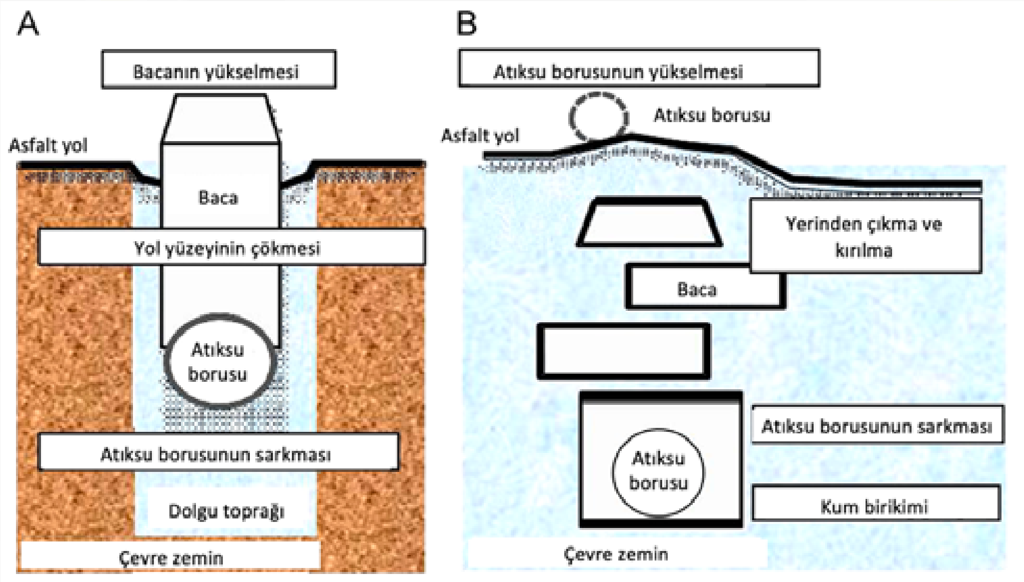
### 5.2.4.4. Büyük Doğu Japonya Depremi, 2011

11 Mart 2011'de, Japonya'nın Sanriku Sahili açıklarında 9,0 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Bu deprem ile beraberindeki sıvılaşma ve tsunami, Tohoku'dan Kanto bölgesine kadar geniş bir alanda kanalizasyon boruları, terfi merkezleri ve atıksu arıtma tesisleri dahil olmak üzere birçok altyapı sistemine ciddi bir şekilde zarar vermiştir. Ağustos-Ekim 2012 tarihleri arasında kanalizasyon sistemlerindeki hasarın boyutunu belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma; kanalizasyon boruları, bacalar/rögarlar, atıksu arıtma tesisleri ve terfi merkezleri dahil olmak üzere kanalizasyon sistemlerindeki hasarın boyutunu ve hasar faktörlerini incelemiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre; depremde hasar gören kanalizasyon boruları Tablo 5.2.2'de listelenmiştir. 139 şehirdeki toplamda 65001 km uzunluğunda bulunan kanalizasyon borularının 642 km'si deprem sırasında hasar almıştır. Büyük Doğu Japonya Depremi sadece merkez üssüne yakın bölgelerde değil, merkez üssünden 400 km ötedeki yerleşim yerlerinde de hasar oluşturmuştur. Dolayısıyla toplam hasar büyük görünse de hasar oranı geçmişteki depremlere göre daha düşüktür. Bunun sebebi, deprem öncesinde Tokyo gibi büyük şehirlerde kanalizasyon borularının depreme karşı dayanıklı hale getirilmek üzere güçlendirilmiş olmasıdır.

| Deprem | Yer | Zarar gören şehir sayısı | Hasar görmüş kanalizasyon borusu (%) | Hasarlı uzunluk/Toplam uzunluk (km/km) | Hasar gören atıksu arıtma tesisi sayısı | Hasar gören terfi merkezi sayısı |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Büyük Doğu Japonya Depremi (2011) | Aomori | 1 | 0,1 | 0,1/113 | 3 | 2 |
| | Iwate | 13 | 0,4 | 13/3712 | 10 | 10 |
| | Miyagi | 40 | 3,3 | 317/9739 | 38 | 64 |
| | Yamagata | 0 | 0 | 0/0 | 2 | 0 |
| | Fukushima | 23 | 2,5 | 129/5186 | 16 | 10 |
| | Ibaraki | 36 | 1,6 | 148/9509 | 25 | 17 |
| | Tochigi | 3 | 0,4 | 1/287 | 5 | 0 |
| | Saitama | 1 | 0,0 | 0,006/214 | 2 | 8 |
| | Chiba | 13 | 0,6 | 54/8510 | 3 | 0 |
| | Kanagawa | 1 | 0,0 | 0,6/11625 | 10 | 1 |
| | Tokyo | 1 | 0,1 | 12/15793 | 4 | 0 |
| | Niigata | 2 | 0,2 | 1/426 | 1 | 0 |
| | Nagano | 0 | 0 | 0/0 | 1 | 0 |
| **Toplam** | | **134** | **1,0** | **676/65114** | **120** | **112** |
| Noto Peninsula (2007) | | 6 | 2,3 | 15/652 | 8 | 2 |
| Niigata Chuetsu-oki (2007) | | 5 | 1,6 | 50/3072 | 6 | 3 |
| Hanshin (1995) | | 11 | 1,0 | 162/13919 | 8 | 6 |

***Tablo 5.2.2.*** *Büyük Doğu Japonya Depremi ve Japonya'da yaşanmış bazı diğer depremler nedeniyle kanalizasyon borularında, atıksu arıtma tesislerinde ve pompa istasyonlarında oluşan hasarlar (Matsuhashi ve diğ., 2014).*

Büyük depremlerde gözlenen bir diğer olay ise zeminin sıvılaşmasıdır. Şekil 5.2.5, Büyük Doğu Japonya depreminde sıvılaşmanın neden olduğu bir atıksu kanalizasyon sisteminde meydana gelen hasarın şematik çizimini göstermektedir. Hasar, sıvılaşma modeline göre iki türe ayrılır: Dolgu zeminde kısmi sıvılaşma ve çevredeki alanda yoğun sıvılaşma. Büyük Doğu Japonya depremi sonrasında hasarlı kanalizasyon borusu uzunluğunun yaklaşık %90'ının sıvılaşma nedeniyle hasar gördüğü tespit edilmiştir. Boru hasarlarının %65'i dolgu toprağındaki kısmi sıvılaşma, %25'i ise çevredeki büyük sıvılaşma kaynaklı olmuştur. Hasarlı bacaların/rögarların toplam sayısının %70'i ise sıvılaşma nedeniyle hasar görmüştür. Gerçekleşen bu hasarların %40'ı dolgu toprağındaki kısmi sıvılaşma nedeniyle, %30'u ise çevredeki büyük sıvılaşma nedeniyle oluşmuştur. Bu veriler, Japonya'da yaşanan depremde kanalizasyon sistemlerindeki en büyük hasarların sıvılaşma yüzünden meydana geldiğini göstermiştir. Japonya Depreme Dayanıklı Tasarım Kılavuzu'nda (Japan Sewage Works Association, 2006), kanalizasyon borularının ve bacalarının sıvılaşmasına karşı önlem olarak: (1) Dolgu toprağının sıkıştırılması, (2) Kırma taşla dolgu yapılması, (3) Dolgu toprağının katılaştırılması olmak üzere üç farklı yöntem tanımlanmaktadır. İlk iki önlemin etkinliği belirlenmiş olmakla birlikte dolgu toprağının sıkıştırılması yönteminin etkinliği için deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.




***Şekil 5.2.5.*** *Sıvılaşma nedeniyle kanalizasyon sistemlerinde meydana gelen hasarın şematik gösterimi: (a) Sıvılaşma sadece kanalizasyon borularının etrafındaki dolgu toprağında meydana geldiğinde, bacanın/rögarın yükselmesine, yol yüzeyinin çökmesine ve kanalizasyon borusunun sarkmasına neden olmuştur, (b) Çevredeki alanda sıvılaşma meydana geldiğinde; kanalizasyon borusunun yükselmesine, bacanın/rögarın yer değiştirmesine veya kırılmasına, kanalizasyon borusunun sarkmasına ve kum birikmesine neden olmuştur (Matsuhashi ve diğ., 2014).*

Büyük Doğu Japonya Depremi'ne ait veriler incelendiğinde; atıksu boru sistemlerinin güçlendirilmesiyle boru hasar oranlarının düştüğü, ancak atıksu boru sistemlerinin en çok sıvılaşmadan zarar gördüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, yerinde doğrulama ve veri karşılaştırması yoluyla, atıksu boru sistemleri için sıvılaşmaya karşı önlemlerin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Büyük Doğu Japonya Depremi bölgenin en yoğun yerleşim yeri olan Sendai şehrinin su şebekesini önemli derecede olumsuz etkilemiştir. 437 adet iletim ve dağıtım borusu, 522 adet su temin borusu ve 105 adet yardımcı ekipmandan oluşan 4458 km'lik bir su şebekesi, depremden hemen sonra yaklaşık 230.000 hanenin su kesintisi ile sonuçlanan ciddi bir şekilde hasar görmüştür. Deprem sonrasında 437 adet boruda onarım işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.2.6). Tüm malzemeler arasında 1,22 onarım/km ile galvanizli demir kaplama boruların onarım oranının en yüksek olduğu, ikinci sırada ise 0,59 onarım/km ile kurşun boruların onarım oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dökme demir borularda ise hasar tespit edilmemiştir. Tablo 5.2.3'te boru onarım sayıları ve malzemeye göre onarım oranları verilmiştir (Wakamatsu ve diğ., 2016).



**Şekil 5.2.6.** *Büyük Doğu Japonya Depremi sonrasında 800 mm çaplı bir su dağıtım borusunun tamiri (Wakamatsu ve diğ., 2016).*

**Tablo 5.2.3.** *Büyük Doğu Japonya Depremi sonrasında boru onarımlarının sayısı ve malzemeye göre boru onarım oranları (Wakamatsu ve diğ., 2016).*

| Materyal | Onarım sayısı | Boru uzunluğu (km) | Onarım/km |
|---|---|---|---|
| Dökme demir | 0 | 14,4 | 0 |
| Sünek dökme demir* | 117 | 2723,1 | 0,04 |
| Çelik/paslanmaz çelik | 12 | 137,3 | 0,09 |
| Vinil klorür | 297 | 1514,5 | 0,20 |
| Kurşun | 2 | 3,4 | 0,59 |
| Polietilen | 3 | 52,7 | 0,06 |
| Galvanizli demir kaplama | 6 | 4,9 | 1,22 |
| **Toplam** | **437** | **4458** | **0,10** |

**Depreme dayanıklı derzlerle bağlanan düktil dökme demir boruda herhangi bir hasar gözlenmemiştir.*

### 5.2.4.5. Kumamoto Depremi, 2016

14 Nisan 2016 tarihinde Japonya'nın Kumamoto Bölgesi'nde 6,2 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Deprem sonrasında altyapı sistemlerinde ciddi hasar meydana gelmiştir. Kumamoto Şehri, 670000 kişiye yeraltı akiferlerinden temiz içme suyu sağlamaktadır. Aynı zamanda Kumamoto Şehri Japonya'da 500000'den fazla konutun bulunduğu ve sadece yeraltı sularından su sağlayan tek şehirdir. Normal şartlarda, sadece orta derecede klorlama yapılarak su şehre dağıtılmaktadır. Kumamoto'da bulunan toplam su boru hattı uzunluğu 3310 km'dir. Boru hattının %80'ininde çap 150 mm veya daha küçüktür. 300 mm'den büyük çapa sahip boru uzunluğu, toplam boru uzunluğunun %6'sına eşittir. Depremden etkilenen bölgedeki boru hattının %57'si düktil demir, %16'sı depreme dayanıklı düktil demir, %13'ü polivinil klorür (PVC), %6'sı çelik ve geri kalanı diğer malzemelerden (dökme demir, beton, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) vb.) imal edilmiştir. 50 mm ve daha küçük çaplı borularda düktil demir malzeme kullanılmamıştır (Wham ve diğ., 2017).

Depremin hemen sonrasında su kaynağında görülen bulanıklık artışı dolayısıyla şehre su pompalanması durdurulmuştur. Deprem odağının akifere görece yakınlığı nedeniyle, suda asılı kalan parçacıklar ve buna bağlı olarak su kalitesinde azalma nedeniyle su tedariki askıya alınmıştır. Partiküllerin çökmesi ve yeraltı suyunun kabul edilebilir kalite parametre seviyelerine dönmesi 1,5 gün sürmüştür. Bu süre zarfında; su idaresi, can güvenliği ve acil durum su ihtiyaçları için yeterli kaynağı sağlamak için itfaiye ve acil durum hizmeti sağlayıcılarıyla yakın bir şekilde çalışmıştır. Deprem sonrasında sızıntı, 900 mm'lik bir çelik boru ve 1350 mm'lik bir çelik dağıtım ana hattında meydana gelmiştir. Ayrıca, 800 mm'lik bir çelik iletim ana hattında çok sayıda kırılma meydana gelmiştir. Büyük boru hatlarında meydana gelen hasarlar, onarım hızını etkilemiştir. Deprem öncesinde Kumamoto şehrine günlük 220000 m3 su pompalanırken, deprem sonrası oluşan sızıntılar dolayısıyla bu ihtiyaç %30 oranında artmıştır. Deprem sonrasında 165 adet boru tamir edilmiştir. En fazla zarar, 50-150 mm ile 350->800 mm çaplı boru hatlarına meydana gelmiştir (Şekil 5.2.7). Boru malzemesi açısından ise en fazla zarar sırasıyla; vanalarda, çelik borularda, düktil demir borularda ve PVC borularda meydana gelmiştir. Çelik borularda meydana gelen zarar, 0,5 onarım/km; dökme demir borularda meydana gelen zarar 0,4 onarım/km; PVC borularda meydana gelen zarar 0,17 onarım/km olarak tespit edilmiştir. 578 km toplam uzunluğa sahip depreme dayanıklı düktil demir boru hattında ise herhangi bir zarar görülmemiş olup, HDPE boru hattı için sadece bir adet onarım gerekmiştir (Wham ve diğ., 2017).



***Şekil 5.2.7.*** *Kumamoto Depremi sırasında 800 mm çaplı bir borunun birleşim noktasında meydana gelen sızıntı (Wham ve diğ., 2017).*

### 5.2.4.6. Meksika Depremi, 2017

19 Eylül 2017 tarihinde Meksika merkezinde 7,1 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Meksika Depremi sonrasında en kapsamlı olumsuz etki su şebekesinde gözlenmiş ve yaklaşık 6 milyon insanın suya erişimi geçici olarak ortadan kalkmıştır (Lemnitzer ve diğ., 2021). Mexico City'de, 5 bölgede 2300'den fazla sızıntı vakası meydana gelmiş ve dağıtım şebekesinde boru kırılmaları gözlenmiştir (Şekil 5.2.8).




***Şekil 5.2.8.*** *Mexico City'deki Colonia Del Mar bölgesinde yaygın olarak görülen boru hattı hasarları ve onarımı (Lemnitzer ve diğ., 2021).*

### 5.2.5. Öneriler

Deprem bölgesinde altyapı hizmetlerinin yürütülmesinde görev alacak personel, araç, malzeme ve ekipman bileşenlerinin koordinasyonu oldukça önemlidir. Genellikle, deprem bölgesinde iletişim, enerji ve ulaşım konusunda yaşanan sorunların en hızlı şekilde çözülerek yeniden işler hale gelmesi gerekmektedir. Depremin etkilediği bölgede bulunan altyapıda meydana gelen afet kaynaklı sorunların giderilmesine ve bu altyapının depreme dayanıklı hale getirilmesine yönelik çözüm önerileri kısa, orta ve uzun vadeli olmak üzere üç farklı başlık altında toplanabilir:

### 5.2.5.1. Kısa Vadeli Çözüm Önerileri

Kısa vadeli öneriler, deprem bölgesinde en hızlı biçimde çözülmesi gereken sorunlara yönelik maddeleri içermektedir. Bu çözüm önerileri özellikle bölgedeki kişilerin sağlığını korumaya ve çevre güvenliğini sağlamaya yöneliktir. Kısa vadeli çözüm önerileri:

• Afet bölgesinde bulunan ve ağır hasar alan Adıyaman, Hatay ve Kahramanmaraş illerine komşu illerde bulunan su kanalizasyon idareleri (SUKİ)'nin teknik destek sağlaması.

• Teknik ve deneyimli personel kapasitesi yüksek büyükşehir SUKİ'lerinin deprem bölgesindeki çalışmalara aktif olarak katılması ve bu çalışmaları yürütmesi.

• Sağlanan dış desteklerle deprem bölgesinde bulunan içme suyu arıtma tesislerinin, içme suyu haznelerinin, isale hatlarının, ana su dağıtım şebekesinin, atıksu arıtma tesisinin, atıksu ana toplama sisteminin, foseptik ve atıksu terfi merkezlerinin hasar tespitinin yapılması ve acil olarak işler hale getirilmesi.

• Su ve atıksu altyapısının yeniden işler hale getirme sürecini hızlandırmak için telemetri, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) gibi uygulamalardan faydalanılması ve kolay tamir edilebilen bölgelere öncelik verilmesi.

• İçme suyu arıtma tesisleri, kuyular vb. su sağlayan mühendislik yapılarından şehre su sağlayan ana iletim hatlarının (isale) öncelikli olarak tamir edilmesi.

• Ana hatlardan sağlanan suyun vidanjörler yardımıyla, kurulacak mahalle çeşmeleri benzeri yapılara aktarılarak depremden etkilenen kişilere su temin edilmesi.

• Bölgede kurulacak çadır ve konteyner kentlere yine vidanjörler vasıtasıyla kullanım suyu aktarılması ve depolanması.

• Depolardan sağlanacak suyun kullanım suyu olarak değerlendirilmesinden önce klor tableti, çamaşır suyu vb. dezenfektan maddelerin uygun şekilde ilavesi ile güvenli hale getirilmesi.

• Kısa vadede kullanım suyu ve içme suyunun ayrıştırılarak olası risklerin önüne geçilmesi.

• Bölgede yer alan atıksu arıtma tesislerinin ivedilikle işler hale getirilmesi.

• Kurulacak konteyner ve çadır kentlerde bulunan kişi sayısı göz önünde bulundurularak içme/kullanım su ihtiyacı ve atıksu oluşumunun tespit/tahmin edilmesi.

• Kurulacak olan konteyner ve çadır kentlerde oluşacak atıksuların biriktirilmesi için foseptik çukurların açılması veya uygun hacimli foseptik tankların bölgeye yerleştirilmesi. Bu çukurların geçici yerleşim alanlarında bulunan kişilerin sağlık ve güvenliği gözetilerek uygun mühendislik yapıları olarak düzenlenmesi. Gerekli olması halinde paket atıksu arıtma sistemlerinin bölgeye iletilmesi.

• Atıksuların toplanarak arıtma tesisine aktarıldığı ana hatların öncelikli olarak tamir edilerek devreye alınması. Mobil tuvaletlerde ve kurulacak konteyner ve çadır kentlerde oluşacak atıksuların vidanjörler vasıtasıyla toplanarak bu ana hatlara iletiminin sağlanması.

• Atıksuların toplanması ve içme/kullanım suyunun dağıtılmasına yönelik dağıtım/toplama rotalarının optimize edilerek oluşacak trafiğin en aza indirilmesi ve günlük gerekli ihtiyacın en kısa sürede karşılanması.

• Bölgede özellikle yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanımına yönelik sistemlerin yaygın hale getirilmesi

• Salgın hastalıkların önüne geçmek ve halk sağlığını korumak amacıyla kullanım/içme suyu, seyyar tuvaletlerin kullanımı gibi hususlarda kişileri bilinçlendirmek amacıyla el broşürleri hazırlanarak çadır/konteyner kentlere dağıtılması.

• Enkaz kaldırma çalışmaları tamamlanana kadar arama-kurtarma birimleri ile koordine olunarak riskli bölgelere şebekeden su verilmemesi.

### 5.2.5.2. Orta Vadeli Çözüm Önerileri

• Deprem bölgelerinde bulunan su temini ve atıksu uzaklaştırılması sağlayan terfi istasyonları ve su/atıksu arıtma tesislerinin deprem anında ve sonrasında devre dışı kalmaması için yedek güç kaynaklarının hazır bulundurulması.

• Deprem bölgelerinde bulunan altyapının yapısal bütünlüğünün denetlenerek gerekli iyileştirmelerin yapılması ve depreme dayanıklı hale getirilmesi.

• Deprem bölgelerinde atıksu arıtma tesislerinin geçici olarak devre dışı kalması durumunda, arıtılmamış atıksuyun depolanması amacıyla derin depolama ünitelerinin/tünellerinin tasarlanması.

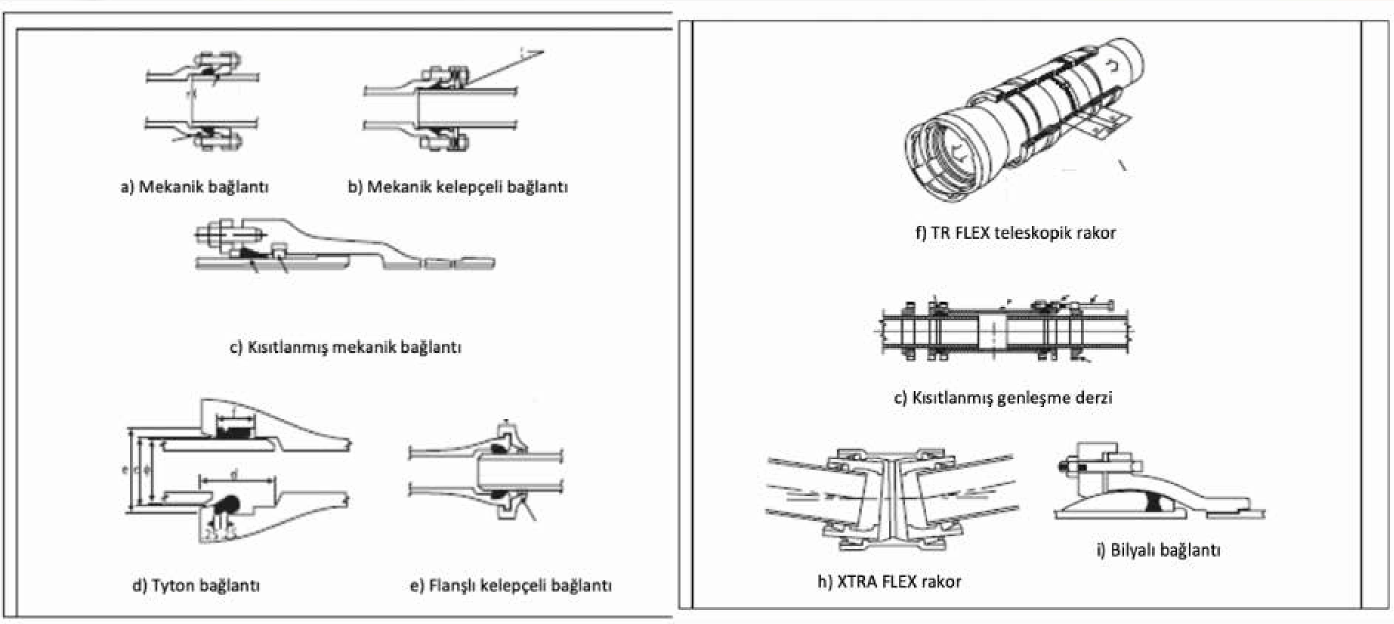
• Deprem sonrasında çadır ve konteyner kentlerin kurulacağı geçici konaklama alanlarına bu bölgelerde konaklaması planlanan insan sayısı göz önünde bulundurularak gerekli altyapının inşa edilmesi. Örneğin; deprem bölgelerinde bulunan toplanma alanlarında depreme dayanıklı bölgesel yeraltı su depoları oluşturularak, deprem sonrasında oluşacak acil su ihtiyacının bu depolardan karşılanması, bu depoların periyodik bakım onarım ve denetlemelerinin uygun biçimde yürütülmesi.

• Geçici konaklama alanlarına deprem öncesinde foseptik tanklar ve tuvaletler yerleştirilmesi, acil durumlarda kullanılmak üzere bu yapıların altyapısının hazır hale getirilmesi.

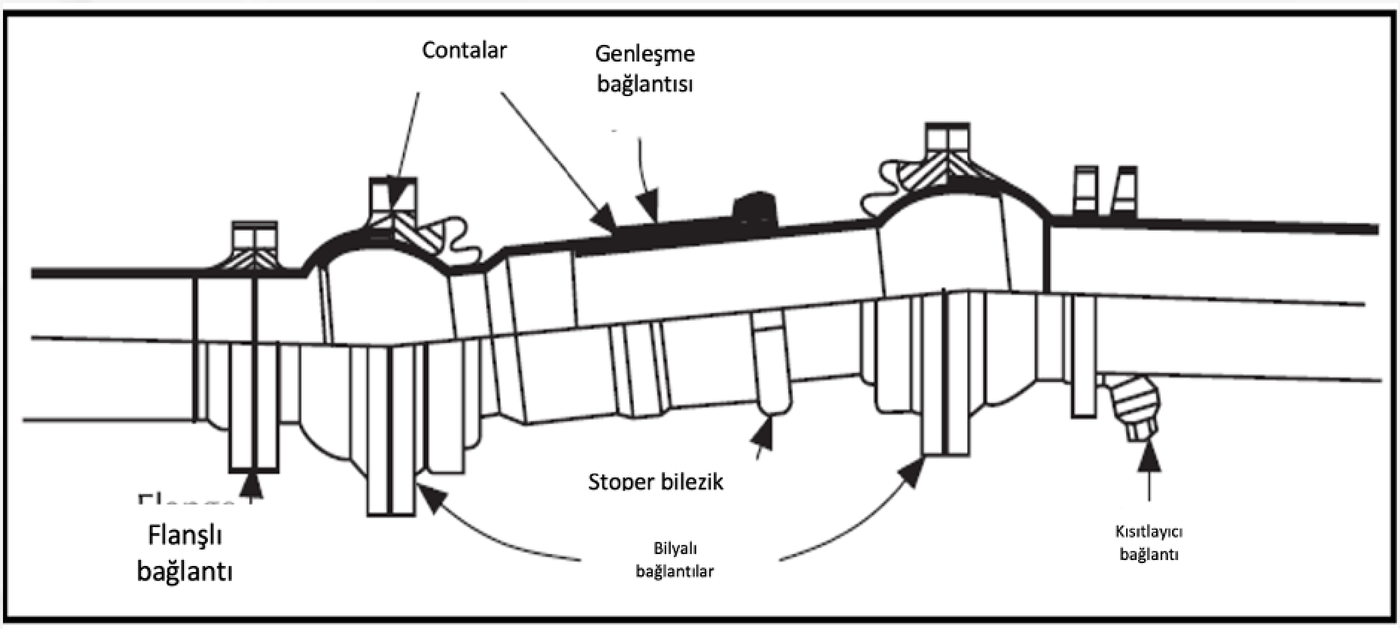
• Çevresel altyapıya hizmet eden tesis/boru hattı yerinin veya güzergahının uygun şekilde değiştirilmesi. Bu yapı ve boru hatlarının hasar verici zemin/yer hareketlerinden deprem izolatörleri vb. vasıtasıyla izole edilmesi. Yanal deformasyon potansiyelini azaltmak için çeşitli saha işlemlerinin (Örneğin; taş kolon, kum drenleri vs.) yapılarak yer hareketlerinin azaltılması.

• Deprem bölgelerindeki altyapıda kullanılacak malzemelerin depreme dayanımı yüksek malzemelerden oluşması gerekmektedir. Depreme dayanıklı boru malzemeleri olarak; mukavemetli sfero döküm borular (ERDIP), yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) borular, özel tasarım kaynaklı çelik borular, depreme dayanıklı düktil döküm borular tercih edilmesi. Büyük yer değiştirme emilimi olan ERDIP borularının ve LDAPS ünitelerinden oluşan boru hattı sistemlerinin, özellikle büyük yer değiştirme potansiyeli olan alanlarda tercih edilmesi.

• Körük tipi genleşme derzleri, GX tipi derzler gibi esnek derz sistemlerinin kullanılması. Daha esnek malzemelerin kullanımının gömülü boru hatlarının sismik performansını arttırma eğiliminde olduğu bilinmektedir. Parçalı (segmentli) borularda, KZD etkisini azaltmak üzere esnek bağlantıların kullanılması önerilmektedir. Şekil 5.2.9’da, çeşitli esnek bağlantı türleri verilmektedir.  Şekil 5.2.10'da, bir fay geçişi gibi lokalize ani KZD için bir genleşme parçası ile birlikte dönebilen esnek mafsalların kullanımı görülmektedir.




***Şekil 5.2.9.*** *Çeşitli boru birleşim (bağlantı) tipleri (O'Rourke ve Liu, 1999).*




***Şekil 5.2.10.*** *Esnek bağlantıların kullanımı (O'Rourke ve Liu, 1999).*

### 5.2.5.3. Uzun Vadeli Çözüm Önerileri

• Sismik esnek boru sistemleri için standart oluşturulması.

• Deprem bölgelerinde su şebekeleri tasarlanırken deprem anında yaşanacak ek su ihtiyacı göz önünde bulundurularak ilave su temin noktalarının oluşturulması, daha geniş boruların kullanımı gibi önlemlerin alınması.

• Deprem bölgelerinde deprem öncesi, deprem sonrası ve yeniden inşa süreçlerine dair ayrıntılı planları içerecek şekilde depreme dayanıklı altyapı tasarım prosedürünün oluşturulması.

• Deprem bölgelerine inşa edilecek altyapının güvenliğinde sıvılaşmanın kritik rol oynaması dolayısıyla altyapı tasarım ve inşasında zemin özelliklerinin dikkate alınması.

• Ülke genelinde şebeke ve atıksu altyapısının yapısal bütünlüklerinin tespit edilmesi, deprem durumunda oluşacak stres koşulları altında altyapıda meydana gelecek deformasyonlara yönelik ön çalışmaların yapılması ve gerekli bakım-onarımların sağlanması.

• Deprem sonrasında temiz suya ulaşım, tuvalet ve hijyen ihtiyacına yönelik tedbirlerin afet yöntemi kapsamında toplumsal eğitimin bir parçası haline getirilmesi.

• Özellikle deprem bölgelerinde bulunan SUKİ'lerin veya belediyelerin depremle mücadele yol haritası oluşturarak kısa, orta ve uzun vadeli planlarını hazırlaması.

• Birden fazla ilin etkilendiği bölgesel bazda meydana gelecek depremlerde bölgedeki SUKİ'lerin birbiri ile ne şekilde koordine olacağına dair ortak çalışmalar yürütmesi gerektiğinin belirlenmesi.

• Altyapı risk haritalarının çıkarılarak depreme karşı hassas bölgelerin tespit edilmesi.

• Altyapının dayanıklı hale getirilmesi amacıyla boru hatlarının, su/atıksu arıtma tesislerinin ileri teknoloji ile entegrasyonunun sağlanması.

• SUKİ ve belediyelerin bünyesinde afet biriminin oluşturulması.

• Su ve atıksu altyapıları ve su/atıksu arıtma tesisleri özelinde afet ve acil durum programının oluşturularak detaylı yol haritasının belirlenmesi.

• Risk yönetim planlarının kent genelinde yaklaşık 3 km çaplı alan başına tam donanımlı bir adet çevresel lojistik (acil su ve atıksu yönetimi) merkezini içermesi.

### 5.2.6. Sonuçlar

Deprem bölgesinde altyapı hizmetlerinin yürütülmesinde görev alacak personel, araç, malzeme ve ekipman bileşenlerinin koordinasyonu oldukça önemlidir. Genellikle, deprem bölgesinde iletişim, enerji ve ulaşım konusunda yaşanan sorunların en hızlı şekilde çözülerek yeniden işler hale gelmesi gerekmektedir. Altyapı sorunlarının yeniden işler hale gelmesi için gerekli çözümler kısa, orta ve uzun vadede olacak şekilde sınıflandırılarak planlanmalı ve uygulanmalıdır. Kısa vadede, özellikle çevre illerdeki SUKİ teknik ekiplerinin iyileştirme çalışmalarına katılması ve mevcut şebeke ve kanalizasyon altyapılarındaki hasar tespit çalışmalarının tamamlanması gerekmektedir. Orta vadeli çözüm için çadır kentler gibi geçici konaklama alanlarında, atıksuların toplanması için foseptik alanlarının oluşturulması gerekmektedir. Uzun vadeli çözümlerde ise gelecekteki depremlerde en az hasar alacak dayanıklı altyapıların tasarlanıp inşa edilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak; bugüne kadar yaşanan tecrübeler, uygun (doğru) malzeme ve yer seçimi ile gerekli denetimler altında, tekniğine göre inşa edilen zemine gömülü boru hatları ve şebekelerindeki deprem hasarlarının, binalara kıyasla daha az ve sınırlı seviyede kaldığını göstermektedir.

**Kaynaklar**


*Ansal, A., Kurtulus, A., Tonuk, G. (2008). Damage to water and sewage pipelines in Adapazari during 1999 Kocaeli, Turkey earthquake. In Proceedings of 6th International Conference on Case histories in Geotechnical Engineering, Arlington, Virginia, ABD.*

*Bagriacik, A., Davidson, R.A., Hughes, M.W., Bradley, B.A., Cubrinovski, M. (2018). Comparison of statistical and machine learning approaches to modeling earthquake damage to water pipelines. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 112, 76-88.*

*Bata, M. T. H., Carriveau, R., Ting, D. S. K. (2022). Urban water supply systems' resilience under earthquake scenario. Scientific Reports, 12(1), 20555.*

*G&E Engineering Systems, Inc. (G&E), "NIBS Earthquake Loss Estimation Methods, Technical Manual, (Water Systems)", May 1994.*

*Hasan, M. A. (2021). Performance of Water Supply Lines in a Post-Earthquake Scenario. Polish Journal of Environmental Studies, 30(5), 4545-4554.*

*Honegger D.G. and Eguchi R.T., "Determination of Relative Vulnerabilities to Seismic Damage for San Diego County Water Authority (SDCWA) Water Transmission Pipelines", October 1992.*

*Isoyama R. and Katayama T., "Reliability Evaluation of Water Supply Systems During Earthquakes", February 1982.*

*İç Güvenlik Dairesi Acil Durum Hazırlık ve Müdahale Müdürlüğü (FEMA), (2003), Çoklu-Tehlike Kayıp Tahmin Metodolojisi Deprem Modeli HAZUS-MH-MR4, Multi-hazard Lodd Estimation Methodology Earthquake Model, Washington, D.C.: Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü: Teknik Kılavuz.*

*Japan Sewage Works Association, 2006. Earthquake Preventive Countermeasure Guideline in Sewage Systems (in Japanese).*

*Kitaura, M., Miyajima, M. (1996). Damage to water supply pipelines. Soils and foundations, 36, 325-333.*

*Lemnitzer, A., Arduino, P., Dafni, J., Franke, K. W., Martinez, A., Mayoral, J., Mohtar, C. E., Pehlivan, M., Yashinsky, M. (2021). The September 19, 2017 MW 7.1 CENTRAL-Mexico earthquake: Immediate observations on selected infrastructure systems. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 141, 106430.*

*Markov I., Grigoriu M., and O'Rourke T., "An evaluation of Seismic Serviceability of Water Supply Networks with Application to San Francisco Auxiliary Water Supply System", NCEER Report No. 94-0001, 1994.*

*Matsuhashi, M., Tsushima, I., Fukatani, W., Yokota, T. (2014). Damage to sewage systems caused by the Great East Japan Earthquake, and governmental policy. Soils and Foundations, 54(4), 902-909.*

*O'Rourke M.J and Ayala G., "Pipeline Damage due to Wave Propagation" Journal of Geotechnical Engineering, ASCE Vol 119, No.9, Sept. 1993.*

*O'Rourke, M.J. and Liu, X. (1999) Response of Buried Pipelines Subjected to Earthquake Effect. MCEER Report.*

*Şahvelet, M. N. (2022). Altyapı Sistemlerinin Sismik Hasar Görebilirlik Analizi Sakarya İli Örneği. (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.*

*Sarıkaya, H.Z., Koyuncu, I. (2001). Design of Earthquake resistance water and wastewater systems" Conference on water supply situation in Earthquake affected region, UNICEF-Municipality of Duzce, 4-5 Nisan 2001, Duzce, Türkiye.*

*Sarikaya, H. Z., Koyuncu, I. (1999). Evaluation of the effects of Kocaeli earthquake on water and wastewater systems. In International Conference on the Kocaeli Earthquake Conference Location Istanbul, Türkiye (183-191).*

*Wakamatsu, K., Nagata, S., Maruyama, Y., Ozawa, K. (2016). Sendai water pipeline response to the 2011 Tohoku earthquake. Journal of Civil Engineering and Architecture, 10, 461-470.*

*Wang, Y., Au, S. K. (2009). Spatial distribution of water supply reliability and critical links of water supply to crucial water consumers under an earthquake. Reliability Engineering & System Safety, 94(2), 534-541.*

*Wham, B. P., Dashti, S., Franke, K., Kayen, R., & Oettle, N. K. (2017). Water supply damage caused by the 2016 Kumamoto Earthquake. Lowland Technology International, 19(3), 151-160.*

Prof. Dr. İzzet Öztürk, Prof. Dr. Osman A. Arıkan, Prof. Dr. Bülent İnanç, Yük. Müh. Erdinç Oğuz Taşkan, Doç. Dr. Mahmut Altınbaş, Doç. Dr. Yavuz Selim Güçlü, Dr. Öğr Üyesi Hüseyin Güven, Öğr. Gör. K. Elif Maçin, Araş. Gör. Kadir Özçelik, Araş. Gör. Ali Tamer Çetinkaya, Araş. Gör. Serra S. Övez

## 5.3. Deprem Atıklarının Yönetimi

### 5.3.1. Giriş

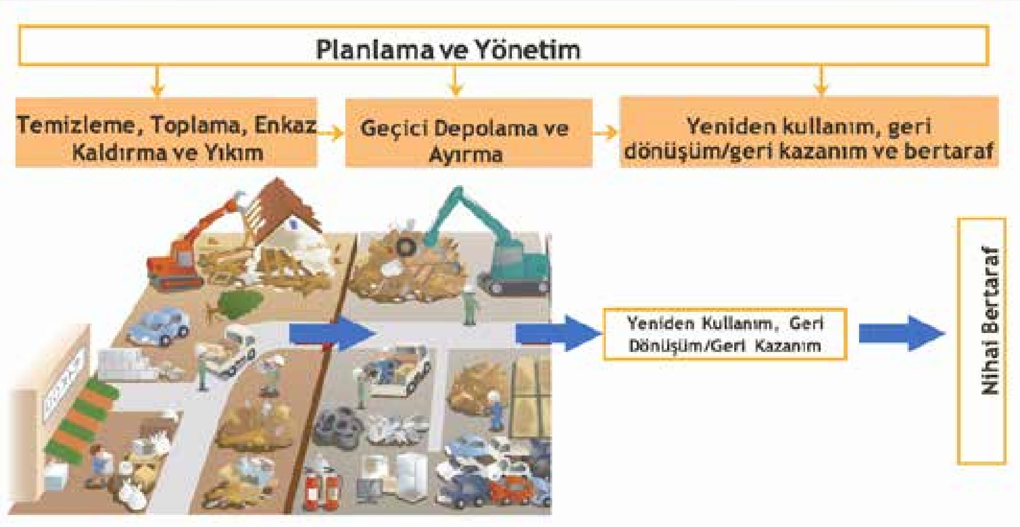
Ülkemizde doğal afet atıklarının yönetimi "Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" (ÇŞİDB, 2004) Madde 44'te şu şekilde açıklanmıştır:

"Doğal Afet Atıklarının Yönetimi (Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2004, Resmi Gazete No: 25406) Madde 44 - Başta deprem olmak üzere doğal afetler sonucunda oluşan yıkıntı atıklarının yönetiminden, mahallin en büyük mülki amirinin başkanlığında oluşturulacak Kriz Merkezi sorumludur. Merkez, olası bir doğal afet durumunda oluşabilecek atık miktarı, bunların kaldırılması ve taşınması için gerekli araç-gereç ve ekipman ile bu atıkların depolanacağı uygun alanları bu Yönetmelikte belirtilen esaslara göre önceden tespit eder ve gereken hazırlıkları yapar. Çalışmalar hakkında Bakanlığa düzenli olarak bilgi verilir. Mevcut taşıyıcı firmalar ile depolama ve geri kazanım tesisleri Kriz Merkezleri ile uyumlu çalışırlar. Doğal afetler sonucunda oluşan yıkıntı atıklarının taşınması ve depolanması faaliyetleri Kriz Merkezi tarafından yapılan planlamalar doğrultusunda, ilgili belediyenin sorumluluğunda belediye veya belediyenin yetkilerini devrettiği kişi ve kuruluşlar tarafından yürütülür."

Afet öncesindeki hazırlıkların hangi seviyede yapıldığı konusunda yeterli bilgi mevcut olmadığından bu bölüm genel bir öneriler rehberi olarak hazırlanmış olup, depremde yıkılmış ve yıkılması gereken hasarlı binalardan oluşacak deprem atıkları dikkate alınmıştır.

Deprem vb. afet atıklarının yönetimi, afet yönetim planının bir bileşeni olmalıdır. Bu kapsamda olası bir afette oluşabilecek afet atıklarının miktarı ile türlerinin (bileşenlerinin) tahmini, geçici ve nihai depolama alanlarının mevkileri ile uygulanması gereken adımlar afet yönetim planlarında yer almalıdır. Afet gerçekleştikten sonra ise genel uygulama, atıkların geçici depolama alanlarına taşınması, burada malzemelerin türlerine göre ayrılarak büyük oranda yeniden kullanım, geri dönüşüm/geri kazanımının sağlanması, kalan atıkların ise tekniğine ve mevzuata uygun şekilde bertarafının yapılmasıdır (Şekil 5.3.1).

Deprem atıklarının mümkün mertebe atık yönetimi hiyerarşisine ve prensiplerine göre yönetimi esastır. Yetkililer tarafından enkazlar kaldırılırken enkaz sahiplerinin de orada olabileceği, kurtarılan kıymetli ve kullanılabilir durumdaki eşyalarını alabilecekleri (sadece yetkililerin kontrolünde ve izin vermesi durumunda) belirtilmiştir (URL-1). Bu kapsamda hasar görmemiş eşyalar yeniden kullanılabilir. Atıklar içindeki geri dönüştürülebilir/geri kazanılabilir malzemeler ayrılarak ekonomik olarak değerlendirilebilir. Kalan atıklar ise ilgili yönetmeliklerde belirtilen hükümler çerçevesinde bertaraf edilir. Ayrıca miktarı nispeten az da olsa asbestli yapı malzemeleri (bazı eski binalarda) ve evsel nitelikli tehlikeli atıklar da bulunabileceğinden bu atıklar mümkün mertebe ayrılmalı ve lisanslı firmalar tarafından taşınması ve bertarafı sağlanmalıdır. İlave olarak, faaliyet niteliğine göre yıkılmış veya hasar görmüş binalardaki ticarethane, fabrika vb. sanayi tesislerinde oluşan atıklar ile tehlikeli atıklar yukarıda belirtildiği üzere atık yönetimi hiyerarşisine ve prensiplerine göre yönetilmeli, kalan kısımlar yönetmeliklerde belirtilen hükümler çerçevesinde bertaraf edilmelidir. Enkaz kaldırma, hasarlı binaların yıkımı, atıkların taşınması, geri kazanım işlemleri ile geçici ve nihai depolama sahalarındaki tüm faaliyetlerde gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalıdır.




***Şekil 5.3.1.*** *Afet sonrası atıkların yönetimi (JSMCWM'den uyarlanmıştır, URL-2).*

### 5.3.2. Olası Atık Türleri

Deprem sonrası yönetilmesi gereken yıkıntı atıkları arasında başlıca aşağıdaki atık türleri ele alınabilir:

• Bina kaynaklı yıkıntı atıkları

o Beton, tuğla, kiremit, seramik

o Metal (demir, çelik, alüminyum vb.)

o Ahşap

o Plastik

o Cam

o Toprak

• Ev eşyaları

o Beyaz/Elektrikli ev eşyaları (buzdolabı, fırın, çamaşır/bulaşık makinesi, ütü, vb. diğer elektrikli ev aletleri)

o Mobilya (masa, sandalye, koltuk, dolap, vb.)

o Elektronik diğer malzemeler (TV, yazıcı, bilgisayar, cep telefonu, vb.)

o Mutfak eşyaları.

Evlerde buzdolaplarında kalmış yiyecek ve içeceklerle, kuru gıdalar gibi organik evsel atıklar, yıkıntı atıkları içinde bulunabilir.

Yukarıda verilen atık türlerinin dışında deprem esnasında binaların yıkılması sonucunda binaların dışında zarar görmüş ağaç, araba vb. diğer atıklar da söz konusudur. Ancak bunların büyük kısmının yerinde, yıkıntı atıklarından ayrılarak geri dönüşüm/geri kazanımı mümkündür.

Ayrıca miktarı nispeten az da olsa asbestli yapı malzemeleri ve evsel nitelikli tehlikeli atıklar (pil, boya, floresan lamba, yağlar, vb.) ile mutfak tüpleri ve yangın söndürme tüpleri de bulunabilir. Faaliyet niteliğine göre yıkılmış veya hasar görmüş binalardaki ticarethane, fabrika vb. sanayi tesislerinde oluşan atıklar ile tehlikeli atıklar söz konusu olabilir.

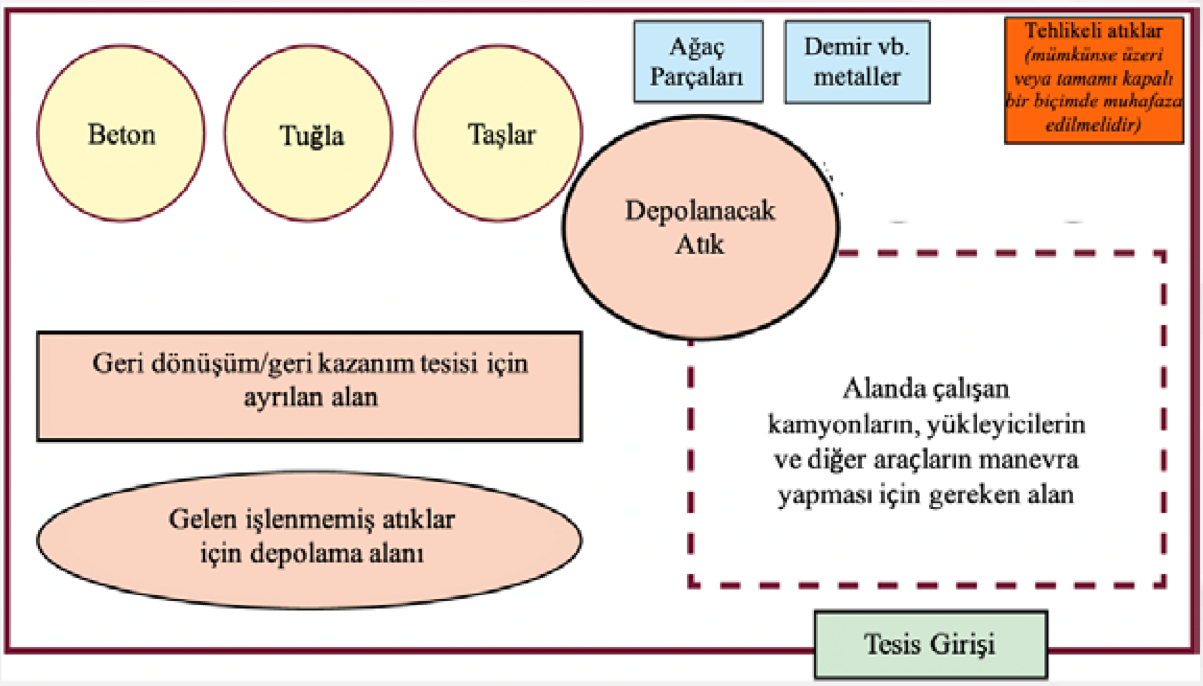
### 5.3.3. Geçici (Ara) Depolama ile İlgili Hususlar

Örnek bir geçici depolama alanı planı Şekil 5.3.2'de verilmiştir. Geçici depolama alanlarının aşağıdaki özelliklere sahip olması tavsiye edilmektedir:

- Uygun topoğrafya ve zemin tipine sahip yeterli büyüklükte olmalı,
- İçme suyu kuyuları, havzaları, nehirler, drenaj kanallarından uzakta olmalı,
- Taşkın alanlarında ya da bataklık bölgelerde ve tarımsal alanlarda olmamalı,
- Yüzeysel suların, erozyonun ve yangın risklerinin kontrol edilebileceği alanlar olmalı,
- Boru hatları ve enerji nakil hatları ile girişim yapmayacak alanlar olmalı,
- Alana giriş ve çıkışlar kontrollü olarak sağlanabilmeli,
- Afetten etkilenen alanlara yeterince yakın olmalı, fakat sahadaki çalışmalardan etkilenebilecek konutlardan, altyapılardan ve ticaret/sanayi alanlarından yeterince uzakta olmalı,
- Tercihen kamu mülkiyetindeki alanlarda olmalı.

Özellikle geçici depolama alanlarında atıklar belirli bir yüksekliğin üzerinde istiflenmemelidir. Aksi halde yangın riski artmaktadır. Yangın riski vb. durumlar için gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Geçici depolama alanlarının atık miktarına göre belirlenmesi gerekmekte olup, daha önceki çalışmalarda her 1.000.000 m3 atık için 400.000 m2 alan önerilmiştir (UNEP/OCHA, 2013). Dolayısıyla m2 başına ortalama 2,5 m'lik bir atık istiflemesi (yüksekliği) öngörülmüştür. Bu veriye ve kullanılacak geri dönüşüm/geri kazanım ünitelerinin kapasitelerine göre her bir il için tahmini geçici depolama alanı ihtiyacı belirlenmelidir.

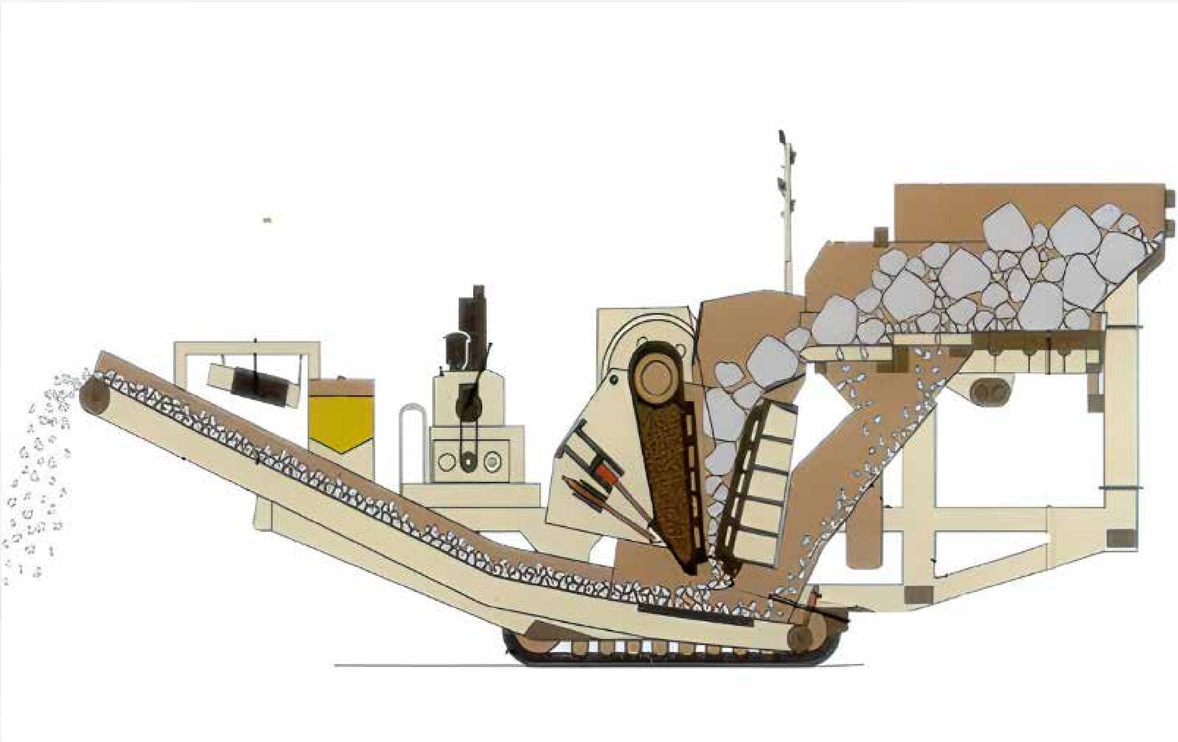



***Şekil 5.3.2.*** *Geçici depolama alanı planı (UNEP/OCHA, 2013).*

### 5.3.4. Geri Dönüşüm/Geri Kazanım ile İlgili Hususlar

Mobil kırıcılar ile özellikle hacimli betonarme kütleleri parçalanarak donatılar geri kazanılabilir. Donatılarından ayrılan betonlar, gerekli tahkikler yapıldıktan sonra dolgu malzemesi olarak inşaat/altyapı çalışmalarında kullanılabilir. Aksi takdirde, büyük miktarda atık hacimlerinin depolanacağı stabil (kararlı) bir nihai depolama sahasının bulunmasında ve inşasında zorluklarla karşılaşılması muhtemeldir. Dolayısıyla, nihai bertaraf öncesi bir geçici (ara) depolama ile mümkün mertebe geri dönüşüm/kazanım süreci işletilmelidir. Bu kapsamda atıkların ağırlıklı kısmını oluşturan betonarme bileşenler için Mobil Geri Kazanım Tesisleri kullanılabilir (Şekil 5.3.3).

Geri dönüştürülebilir/geri kazanılabilir diğer atık türleri (kağıt, plastik, metal, cam, ahşap, vb.) ilde/bölgede mevcut toplama ayırma tesisleri ve geri dönüşüm/geri kazanım tesisleri ile eşgüdüm halinde ekonomiye kazandırılabilir.



***Şekil 5.3.3.*** *Mobil geri kazanım tesisi örneği.*

### 5.3.5. Nihai Depolama ile İlgili Hususlar

Deprem atıkları nihai olarak düzenli depolama sahalarında depolanmalıdır. Oluşacak atıkların III. Sınıf veya II. Sınıf düzenli depolama sahalarında bertaraf edilmesi durumuna göre iki farklı senaryo çalışılmıştır. Senaryo 1'de inşaat ve yıkıntı atıklarının diğer atıklardan ayrılarak, III. Sınıf depolama sahalarında depolanması öngörülmüştür. Senaryo 2'de ise söz konusu atıkların diğer atık türleri ile (az da olsa) karışık olarak II. Sınıf düzenli depolama sahasında depolanacağı kabul edilmiştir.

#### 5.3.5.1 Düzenli Depolama Sahası Yer Seçimi ve İnşası

II. Sınıf ve III. Sınıf düzenli depolama sahalarının yerleşim birimlerine uzaklığı en az 250 m olmak zorundadır. Düzenli depolama sahalarının hava ulaşım güvenliğini etkileyip etkilemediği, orman alanları, ağaçlandırma alanları, yaban hayatı ve bitki örtüsünün korunması gibi özel amaçlarla koruma altına alınmış alanlara uzaklığı, bölgede bulunan yeraltı ve yüzeysel su kaynakları ve koruma havzalarının durumu, yeraltı su seviyesi ve yeraltı suyu akış yönleri, sahanın topoğrafik, jeolojik, jeomorfolojik, geoteknik ve hidrojeolojik durumu, taşkın, heyelan, çığ, erozyon ve yüksek deprem riski, hâkim rüzgâr yönü ve yağış durumu, doğal veya kültürel miras durumu dikkate alınır; sahada akaryakıt, gaz ve içme-kullanma suyu naklinde kullanılan boru hatları, yüksek gerilim hatları bulunmamalıdır. Nihai depolama sahalarının, deprem atıklarının en fazla oluşacağı yerleşim yerlerine ve geçici depolama alanlarına yakın olması taşıma maliyetlerini azaltmak açısından önemlidir. Ancak sahadaki çalışmalardan etkilenebilecek konutlardan, altyapı ve ticaret/sanayi alanlarından yeterince uzakta olmalıdır.

Düzenli depolama sahasında, depolama yapıldığı lot/hücrelerin kontrolü ve ulaşımın sağlanması için çevresinde uygun genişlikte kontrol yolu teşkil edilmelidir. Yol dış şev eğimleri, depolama sahasında stabilite sağlanacak şekilde oluşturulmalıdır.

Atıkların depolanması sırasında, şev stabilitesini ve araçlarla makinelerin kolayca manevra yapabilmelerini sağlamak için lot içi şev eğimi ve atık kütlesinin şev eğimi azami 1 düşey/3 yatay (1D/3Y) olacak şekilde yapılmalıdır. 10 m'den yüksek şevlerde en fazla 10 m'de bir palye bırakılması, palye genişliğinin en az 4 m olması gerekmektedir. Topoğrafik koşullar nedeniyle atıkla temas eden yüzeylerin eğiminin düşürülmesinin teknik ve ekonomik olarak zor olması ve daha dik eğimlerde de stabilitenin sağlanabileceğine ilişkin teknik bilgilerin şev stabilitesi hesapları yapılarak; atıkla temas eden yan yüzeylerde istisnai bir uygulama olarak 1D/2Y'den daha dik olmayan bir eğim kabul edilebilmektedir.

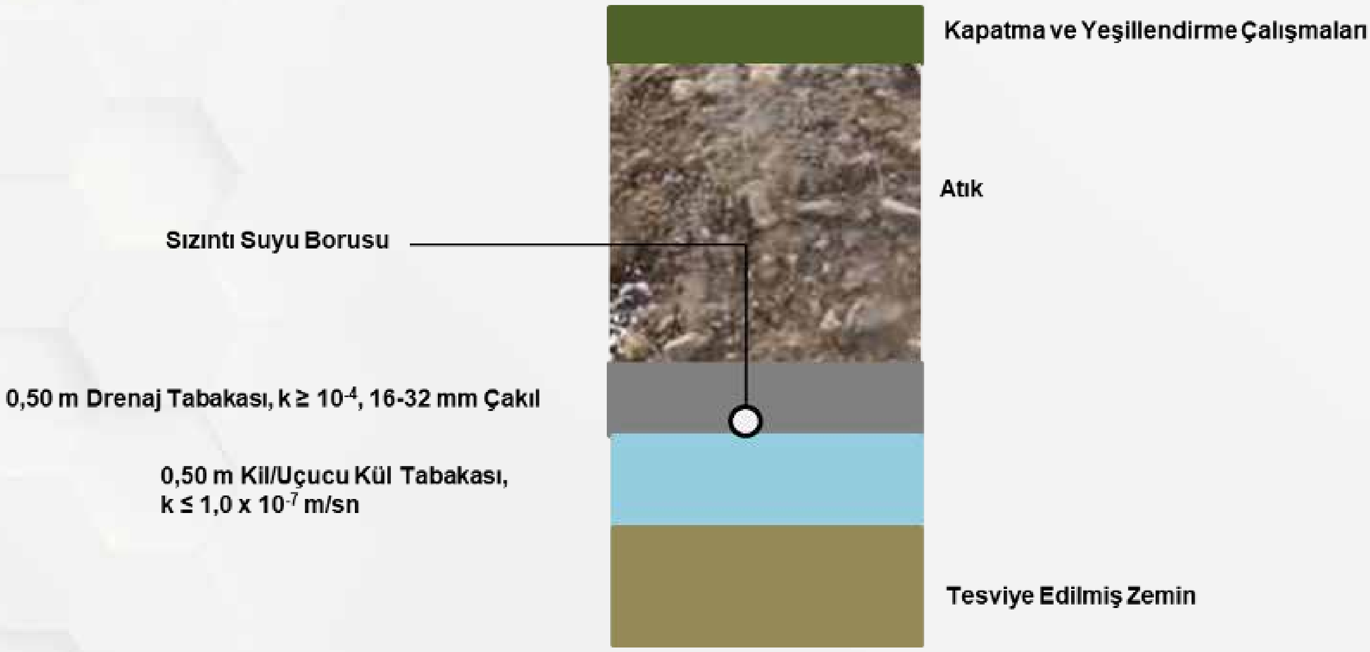
#### 5.3.5.2 Düzenli Depolama Sahası Taban Geçirimsizlik Sistemi

Geçirimsizlik sistemi ile ilgili 2 farklı senaryo öngörülmektedir. Senaryo 1, uygun şekilde yürütülecek bir geri dönüşüm/geri kazanım süreci ile homojen yapıdaki yıkıntı atıklarının depolandığı III. Sınıf Düzenli Depolama Sahası, Senaryo 2 ise atık yapısının oldukça heterojen olduğu durum için II. Sınıf Düzenli Depolama Sahası kullanımını esas almaktadır. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik'te (ÇŞİDB, 2010), taban geçirimsizlik sistemi ile teknik gereklilikler Madde 16'da belirtilmekte olup, her iki senaryo için aşağıda verilmiştir.

## Senaryo 1

III. Sınıf Depolama Sahası tabanında geçirimsizlik tabakasının teşkilinde doğal olarak mevcut durumda k ≤ 1,0 x 10-7 m/s ve en az 1 m kalınlığa sahip kil veya kil grubu olmalıdır. Bu şart sağlanamıyor ise geçirimsizlik tabakası, k ≤ 1,0 x 10-7 m/s geçirgenlik ve sıkıştırılmış en az iki tabaka halinde ve toplamda en az 50 cm kalınlığa sahip kil veya kil grubu minerallerden oluşturulmalıdır (Şekil 5.3.4). Yönetmelikte III. Sınıf düzenli depolama sahasında, gerekli önlemlerin alınması durumunda drenaj tabakası ihtiyacı bulunmadığı belirtilmektedir. Ancak, söz konusu durumda atığın olası heterojen yapısından dolayı drenaj tabakasının yapılması ve drenaj borularının yerleştirilmesi önerilmektedir.

Taban geçirimsizlik sisteminde uygun evsafta ve/veya miktarda kil bulunamaması durumunda termik santrallerden çıkan uçucu küllerin geçirimsizlik tabakasının teşkilinde kullanılma seçeneği de değerlendirilebilir.



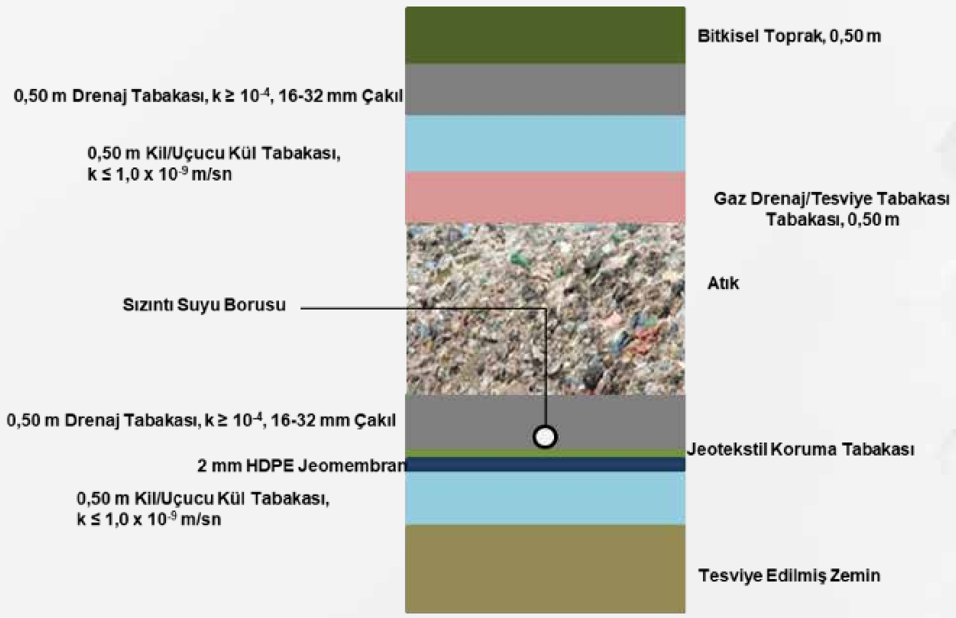

***Şekil 5.3.4.*** *Senaryo 1 taban geçirimsizlik ve üst örtü tip kesiti.*

## Senaryo 2

II. Sınıf Depolama Sahası tabanında geçirimsizlik tabakasının teşkilinde doğal olarak mevcut durumda k ≤ 1,0 x 10-9 m/s ve en az 1 m kalınlığa sahip kil veya kil grubu olmalıdır. Bu şart sağlanamıyor ise geçirimsizlik tabakası, k ≤ 1,0 x 10-9 m/s geçirgenlik ve sıkıştırılmış en az iki tabaka halinde ve toplamda en az 50 cm kalınlığa sahip kil veya kil grubu minerallerden oluşturulmalıdır (Şekil 5.3.5). Senaryo 1'de belirtildiği üzere, taban geçirimsizliği için uygun evsafta ve/veya miktarda kil bulunamaması durumunda termik santrallerden çıkan uçucu küllerin geçirimsizlik tabakasının teşkilinde kullanılması değerlendirilebilir.

Kil tabakasının üstünde yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) geomembran ile güçlendirme yapılmalı ve şevlerde pürüzlü YYPE geomembran uygulanmalıdır. YYPE geomembran üzerinde koruyucu amaçlı geotekstil örtü teşkil edilmelidir.

II. Sınıf düzenli depolama sahalarında yapay geçirimsizlik kaplaması üzerine asgari 0,5 m kalınlığa ve en az k ≥ 1,0 x 10-4 m/s geçirgenliğe sahip drenaj tabakası uygulanır. Drenaj tabakası içinde drenaj boruları teşkil edilir.




***Şekil 5.3.5.*** *Senaryo 2 taban geçirimsizlik ve üst örtü tip kesiti.*

Düzenli Depolama Sahası Yer Seçimi ve İnşası bölümünde belirtildiği gibi yan yüzeylerdeki şev eğimi 1D/3Y'dan daha büyük ise sadece yan yüzeylerde kil ve kil grubu mineral yerine asgari 1,0x10-11 m/s geçirgenliğe sahip geosentetik kil malzeme kullanılabilir. Benzer şekilde sadece yan yüzeylerde sentetik drenaj tabakası da uygulanabilir.

### 5.3.5.3. Düzenli Depolama Sahası Sızıntı Suyu Sistemi Teşkili

Sahadan cazibe ile toplanan sızıntı sularının, sızıntı suyu toplama havuzunda depolanarak uygun bir şekilde bertarafının sağlanması mümkündür (muhtemel senaryo, sızıntı sularından kaynaklanacak ilave hidrolik ve kirlilik yükünü karşılayabilecek en yakın atıksu arıtma tesisine vidanjör ile taşınması olacaktır). Bu durumda özet olarak:

• Bölgenin iklim ve meteorolojik verileri doğrultusunda sızıntı suyu miktarları belirlenir.

• Depo tabanında oluşturulan drenaj tabakasında hidrolik açıdan uygun boyutlarda perfore (delikli) borular teşkil edilir.

• Depo tabanı sızıntı suyunu toplayacak şekilde boyuna eğimi minimum %3 olacak şekilde eğimlendirilir.

• Sedde geçişlerinde hidrolik açıdan uygun boyutlarda kapalı borular teşkil edilir.

• Ana kolektör hattında kapalı borular teşkil edilir. Sızıntı suyu miktarı ve hattın eğimlerine uygun boyutlarda borular seçilir.

• Ana kolektör hattında teknik kriter ve sızıntı suyu drenaj sistemi tasarımına uygun noktalarda muayene bacaları yer alır.

• Boru ve bacalar uygun basınç sınıfında ve YYPE malzemeden teşkil edilir.

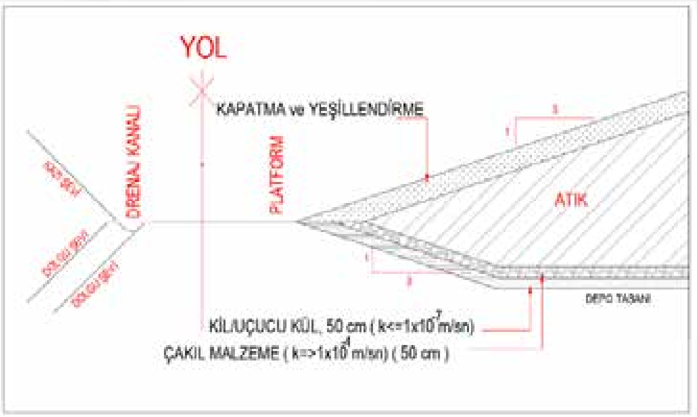
• Sahadan toplanan sızıntı suyu, sızıntı suyu dengeleme/toplama havuzunda depolanır.

• Sızıntı suyu, yerinde veya kirlilik yükünü karşılayabilecek en yakın atıksu arıtma tesisinde arıtılır.

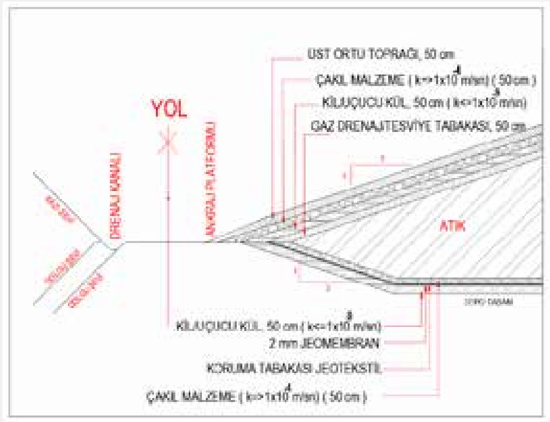
### 5.3.5.4. Düzenli Depolama Sahası İşletme Aşaması

İşletme aşamasında depolama sahasına kabul edilen atıklar, sahanın yapısal stabilitesini bozmayacak, iç ve dış şevlerde kayma ve çökmelere neden olmayacak şekilde depolanmalıdır. Senaryo 1 ve Senaryo 2'ye ait işletme ve dolum tip kesitleri Şekil 5.3.6 ve Şekil 5.3.7'de verilmiştir.

Depolama sahası, izinsiz girişleri engelleyecek şekilde çevre çiti ve giriş kapısı ile donatılarak emniyet altına alınmalıdır. Atık dolum şev eğimi, atık gövdesinde kayma, yıkılma, erozyon olmayacak şekilde sağlanmalıdır. Atık kütlesi stabil bir yapıya sahip olmalıdır. Atık dolum şev eğiminin 1D/3Y olacak şekilde olması ve en fazla 10 m'de bir en az 4 m genişliğinde palye teşkil edilmesi uygundur.




**Şekil 5.3.6.** *Senaryo 1 işletme ve dolum tip kesiti.*




**Şekil 5.3.7.** *Senaryo 2 işletme ve dolum tip kesiti.*

### 5.3.5.5. Düzenli Depolama Sahası Üst Örtü Teşkili

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (ÇŞİDB, 2010) Madde 17'de düzenli depolama sahalarında üst örtü teşkiline ait hükümler verilmektedir. Her iki senaryo için gereklilikler aşağıda verilmiştir.

**Senaryo 1**

III. Sınıf Düzenli Depolama sahalarının üst örtü teşkilinde mineral geçirimsizlik ve drenaj tabakasının teşkili gibi şartların aranmadığı, sadece depolama işlemi bittikten sonra sahanın tamamen kapatılıp, yeşillendirilmesinin zorunlu olduğu belirtilmektedir.

**Senaryo 2**

II. Sınıf düzenli depolama sahalarında aşağıdan yukarı doğru; tesviye tabakası/gaz drenaj tabakası, en az 25 cm kalınlığında iki tabaka halinde mineral geçirimsizlik/kil tabakası (ya da uçucu kül) katmanı (50 cm), en az 50 cm kalınlığında ve en az k ≥ 1,0 x 10-4 m/s geçirgenliğe sahip drenaj tabakası, en az 50 cm kalınlığında üst örtü toprağı yer almalıdır.

### 5.3.5.6. Düzenli Depolama Sahası Yüzey Suyu Drenaj Sistemi

Yağış nedeniyle akışa geçen yüzey suyunun depolama alanına girmesini engellemek için önlem alınması gerekmektedir. Bu bağlamda arazinin topoğrafyasına ve sahanın geometrisine uygun noktalarda yüzey suyu drenaj kanalları teşkil edilmektedir. Özet olarak yapılması gerekenler:

• Havza alanları tespit edilir.

• Yağış tekerrür eğrilerinden yağış şiddeti belirlenir.

• Havzadan akışa geçecek yüzey suyu (yüzeysel akış) debisi hesaplanır.

• Yüzey suyu debisine, kanal eğimine göre yüzey suyu drenaj kanalları boyutlandırılır.

• Kontrol yolu ve/veya ulaşım yolu kazıda yer alıyorsa bu bölgelerde yüzey suyu drenaj kanalları teşkil edilir.

• Arazinin topoğrafyasına ve sahanın tasarımına göre yol dolgu şevlerini tahrip edecek şekilde yüzey suyu akışı var ise bu noktalarda yüzey suyu drenaj kanalları teşkil edilir.

• Yollar, üzerine düşen yağışın depolama alanına girmesini engellemek için yatay eksen boyunca eğimlendirilir.

• Yol kenarlarında yer alan kanallar yolların eğimine göre teşkil edilir ve toplanan suların uygun noktalardan deşarjı sağlanır.

• Yolların tasarımında yüzey suyu drenajı dikkate alınır.

• Yüzey suyu drenajında gerekmesi halinde ızgara, menfez ve boru teşkil edilir.

• Yüzey suyu drenaj kanallarının kaplaması beton ile yapılır.

### 5.3.6. Deprem Atıkları Miktarının Tahmini

Ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler Hatay, Kahramanmaraş, Malatya, Adıyaman, Gaziantep, Diyarbakır, Osmaniye, Adana, Şanlıurfa, Elazığ Kilis, Kayseri ve Niğde illerinde yıkıma ve ağır hasara neden olmuştur. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB), 11 Mart 2023 tarihinde resmi internet sayfasından (URL-3), yukarıda belirtilen toplam 13 ilde yürüttüğü hasar tespit çalışmaları kapsamında 279.000 binada yer alan 821.302 bağımsız birimin yıkılmış, acil yıkılması gereken, ağır ve orta hasarlı olduğunu yayımlamıştır. ÇŞİDB verileri esas alınarak, deprem bölgesindeki yıkılmış, acil yıkılması gereken, ağır ve orta hasarlı binalardan dolayı ortaya çıkacak atık miktarı hesapları il bazında aşağıda özetlenmiştir.

#### 5.3.6.1. Yaklaşım 1

Yaklaşık hesap için bağımsız birim sayısına ek olarak beş önemli faktör söz konusudur. Bu faktörler; bağımsız birim kat yüksekliği, bağımsız birim brüt alanı, yıkılmamış bir bağımsız birimin hacminin yıkıldıktan sonraki moloz hacmine oranı, moloz için genleşme oranı ve hesap güvenlik katsayısı olup, yapılan kabuller Tablo 5.3.1'de verilmiştir.

Bağımsız birimlerin brüt alanı, ilgili ildeki bağımsız birim sayısı ve kat yüksekliği çarpılarak ilgili ildeki bağımsız birimlerin yıkılmadan önceki toplam hacmi bulunmuştur. Bu hacim değeri; yıkılmamış bir bağımsız birimin hacminin yıkıldıktan sonraki moloz hacmine oranı, moloz için genleşme oranı ve hesap güvenlik katsayısı ile çarpılarak ilgili ildeki muhtemel moloz hacmi elde edilmiştir (Tablo 5.3.2).

**Tablo 5.3.1.** *Yaklaşım 1 kapsamında yapılan hesap kabulleri.*

| Kabuller | |
|---|---|
| Kat yüksekliği (m) | 3 |
| Bağımsız birim brüt alanı ($m^2$) | 120 |
| Güvenlik katsayısı | 1,2 |
| Boşluk hacminin/moloz hacmine oranı | 0,2 |
| Moloz genleşme oranı | 1,5 |

**Tablo 5.3.2** *İllere göre oluşacak tahmini atık hacmi.*

| İl | Tahmini Atık Hacmi ($m^3$) |
|---|---|
| Adana | 2.594.333 |
| Adıyaman | 11.107.368 |
| Diyarbakır | 3.556.872 |
| Elazığ | 2.289.514 |
| Gaziantep | 7.813.714 |
| Hatay | 42.713.957 |
| Kahramanmaraş | 18.209.189 |
| Kayseri | 321.675 |
| Kilis | 660.442 |
| Malatya | 13.700.794 |
| Niğde | 179.110 |
| Osmaniye | 2.859.754 |
| Şanlıurfa | 2.355.221 |
| **Toplam ($m^3$)** | **108.361.940** |

Literatürde 1 $m^3$ enkaz ağırlığının 1,4-1,8 ton aralığında değiştiği dikkate alındığında, toplam atık miktarının 151 milyon ton ile 195 milyon ton arasında olacağı öngörülmüştür.

### 5.3.6.2. Yaklaşım 2

Bu yaklaşımda da ÇŞİDB tarafından paylaşılan güncel bağımsız birim sayıları dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Güncel bağımsız birimlerin brüt alanları ve birim alan ağırlıkları kullanılarak binalardan kaynaklanan deprem atığı miktarları ton cinsinden hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda daha güvenilir bir aralık elde edebilmek adına 2 farklı brüt alana (120 m2 ve 150 m2) ve saha çalışmaları sonucu tecrübe edilmiş birim alan ağırlığı (1 t/m2) ile Büyük Doğu Japonya Depremi'nde elde edilmiş olan birim alan ağırlığına (1,107 t/m2) göre senaryolar oluşturulmuştur (Şekil 5.3.8).




***Şekil 5.3.8*** *Deprem atıkları miktarı tahmini aşamaları (JSMCWM'den uyarlanmıştır, URL-2).*

Senaryolar doğrultusunda il bazında oluşacak toplam atık miktarları ton cinsinden Tablo 5.3.3'te verilmiştir.

| İller | 120 m² brüt alan ve 1 t/m² | 120 m² brüt alan ve 1,107 t/m² | 150 m² brüt alan ve 1 t/m² | 150 m² brüt alan ve 1,107 t/m² |
|---|---|---|---|---|
| Adana | 2.402.160 | 2.642.376 | 3.002.700 | 3.302.970 |
| Adıyaman | 10.284.600 | 11.313.060 | 12.855.750 | 14.141.325 |
| Diyarbakır | 3.293.400 | 3.622.740 | 4.116.750 | 4.528.425 |
| Elazığ | 2.119.920 | 2.331.912 | 2.649.900 | 2.914.890 |
| Gaziantep | 7.234.920 | 7.958.412 | 9.043.650 | 9.948.015 |
| Hatay | 39.549.960 | 43.504.956 | 49.437.450 | 54.381.195 |
| Kahramanmaraş | 16.860.360 | 18.546.396 | 21.075.450 | 23.182.995 |
| Kayseri | 297.847 | 327.632 | 372.309 | 409.540 |
| Kilis | 611.520 | 672.672 | 764.400 | 840.840 |
| Malatya | 12.685.920 | 13.954.512 | 15.857.400 | 17.443.140 |
| Niğde | 165.843 | 182.427 | 207.303 | 228.034 |
| Osmaniye | 2.647.920 | 2.912.712 | 3.309.900 | 3.640.890 |
| Şanlıurfa | 2.180.760 | 2.398.836 | 2.725.950 | 2.998.545 |
| **TOPLAM (ton)** | **100.335.130** | **110.368.643** | **125.418.912** | **137.960.804** |

***Tablo 5.3.3*** *İllere göre bağımsız birim brüt alanları ve birim alan ağırlıklarına göre oluşan atık miktarı (ton).*

### 5.3.7. Nihai Depolama Alanları İhtiyacının Değerlendirilmesi

Tüm iller için mevcut hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıkları depolama alanlarının kullanım olanağı incelenmelidir. Bu kapsamda öncelikle mevcut saha kapasitesine bakılmalı ve genişleme olanaklarına göre ilave sahaların gerekliliği değerlendirilmelidir. Tablo 5.3.4'te eldeki mevcut verilere dayanılarak yaklaşık olarak gerekli alan ihtiyaçları tahmin edilmiştir. Atık miktarları ile ilgili olarak olası bir artış veya azalışta Tablo 5.3.4'ün güncellenmesi gerekecektir.

***Tablo 5.3.4*** *Nihai depolama alanları asgari alan ihtiyaçları.*

| İller | Atık Miktarı Tahmini (ton)* | Atık Hacmi Tahmini ($m^3$)** | Emniyet Faktörü Dikkate Alınarak Atık Hacmi İhtiyacı ($m^3$)*** | Asgari Aktif Depolama Alanı İhtiyacı ($m^2$)**** | Asgari Toplam Depolama Alanı İhtiyacı ($m^2$)***** |
|---|---|---|---|---|---|
| Adana | 3.002.700 | 1.501.350 | 1.801.620 | 75.625 | 113.438 |
| Adıyaman | 12.855.750 | 6.427.875 | 7.713.450 | 275.625 | 413.438 |
| Diyarbakır | 4.116.750 | 2.058.375 | 2.470.050 | 99.200 | 148.800 |
| Elazığ | 2.649.900 | 1.324.950 | 1.589.940 | 67.600 | 101.400 |
| Gaziantep | 9.043.650 | 4.521.825 | 5.426.190 | 202.500 | 303.750 |
| Hatay | 49.437.450 | 24.718.725 | 29.662.470 | 1.000.000 | 1.500.000 |
| Kahramanmaraş | 21.075.450 | 10.537.725 | 12.645.270 | 435.600 | 653.400 |
| Kayseri | 372.309 | 186.155 | 223.386 | 13.200 | 19.800 |
| Kilis | 764.400 | 382.200 | 458.640 | 22.500 | 33.750 |
| Malatya | 15.857.400 | 7.928.700 | 9.514.440 | 336.000 | 504.000 |
| Niğde | 207.303 | 103.652 | 124.382 | 7.200 | 10.800 |
| Osmaniye | 3.309.900 | 1.654.950 | 1.985.940 | 81.200 | 121.800 |
| Şanlıurfa | 2.725.950 | 1.362.975 | 1.635.570 | 32.400 | 48.600 |
| **Toplam** | **125.418.912** | **62.709.456** | **75.251.347** | **2.648.650** | **3.972.975** |

**150 $m^2$ brüt alan ve 1 t/$m^2$ değerleri olası senaryo olarak dikkate alınmıştır.*
***Ortalama birim hacim ağırlık 2,0 t/$m^3$ kabul edilmiştir.*
**** Emniyet faktörü ~%20 alınmıştır.*
***** Atık depolamanın yapılacağı alan*
****** Yollar, ilave tesisler, düzgün olmayan saha geometrisi ve topoğrafyası için gerekli alan ihtiyacı %50 artırılmıştır.*

Deprem atıklarının en fazla oluşması beklenen iller Hatay, Kahramanmaraş, Malatya, Adıyaman ve Gaziantep'tir. Dolayısıyla, bu illerde deprem atıkları için gerekli geçici ve nihai depolama alanı ihtiyacı en yüksektir. Bu açıdan öncelikli olarak mevcut sahaların kalan kapasitesi belirlenmeli ve gerekmesi halinde yeni geçici ve nihai depolama alanları tespit edilmelidir. Oluşan atık miktarına göre bu illeri Diyarbakır, Osmaniye, Adana, Şanlıurfa ve Elazığ takip etmektedir. Kilis, Kayseri ve Niğde için, nispeten düşük deprem atığı miktarı nedeniyle, mevcut sahaların yeterli olabileceği düşünülmektedir. Ancak yine de mevcut saha kapasitelerinin kontrolü gerekmektedir.

Alan ihtiyaçlarının geri dönüşüm/geri kazanım faaliyetleri ile azaltılması en uygun çözüm olarak görülmektedir. Bu kapsamda yıkıntı atıklarından demir, beton vb. malzemeler ile diğer atık türleri (cam, plastik, elektronik eşya, vb.) uygun geri kazanım çalışmaları yapılarak depolama alanı/hacmi ihtiyacı azaltılmalı, olası emisyonlar minimize edilmeli ve maddi değeri olan atık bileşenlerinin ülke ekonomisine katkısı sağlanmalıdır.

## 5.4. Sonuçlar

Deprem vb. afetlerde hasarın ve etkininin büyük olması durumunda ciddi miktarda ve hacimde afet atığı oluşmaktadır. Oluşan afet atıkların doğru yönetimi oldukça önemlidir. Bu nedenle afet atıklarının yönetimi, afet yönetim planının bir bileşeni olarak ele alınmalıdır. Bu kapsamda her ilde olası bir afette oluşabilecek afet atıklarının miktarı, türleri, geçici ve nihai depolama alanları ve uygulanması gereken adımlar afet öncesinde hazırlanan afet yönetim planlarında yer almalıdır.

Deprem vb. afetlerde hasarın ve etkinin büyük olması durumunda ciddi miktarda ve hacimde afet atığı oluşmaktadır. Ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler sonrasında ÇŞİDB tarafından toplam 13 ilde yürütülen hasar tespit çalışmaları kapsamında 11 Mart 2023 itibariyle 279.000 binada yer alan 821.302 bağımsız birimin yıkılmış, acil yıkılması gereken, ağır ve orta hasarlı olduğu belirlenmiştir. Buna göre deprem atıkları miktarı ön hesaplamaları yapılarak il bazında oluşacak tahmini atık miktarı ortaya konmuştur. Toplam deprem atıkları miktarının ~100 milyon ton ile ~138 milyon ton aralığında olacağı öngörülmektedir. Deprem atığının en fazla oluşması beklenen iller Hatay, Kahramanmaraş, Malatya, Adıyaman ve Gaziantep'tir. Bu illerdeki toplam atık miktarı, tüm atıkların yaklaşık %85'inden fazlasını oluşturacaktır. Dolayısıyla, bu illerde deprem atıkları için gerekli geçici ve nihai depolama alanı ihtiyacı en yüksektir. Bu açıdan öncelikli olarak mevcut sahaların kalan kapasitesi belirlenmeli ve gerekmesi halinde yeni geçici ve nihai depolama alanları tespit edilmelidir. Oluşan atık miktarına göre yukarıda belirtilen illeri Diyarbakır, Osmaniye, Adana, Şanlıurfa ve Elazığ takip etmektedir. Kilis, Kayseri ve Niğde için, nispeten düşük miktarda oluşan deprem atığı nedeniyle, mevcut sahaların yeterli olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte mevcut saha kapasitelerinin kontrolü gerekmektedir.

Binaların yıkımı, atıkların taşınması, depolanması ve işlenmesi süreçlerinde gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalı, özellikle tozumanın etkilerinin azaltılması için mutlaka sulama yapılmalıdır. Deprem atıklarının geçici depolama alanlarına taşınması, burada atıkların içerisindeki malzemelerin ayrılarak büyük oranda yeniden kullanım, geri dönüşüm/geri kazanımının sağlanması, kalan atıkların ise tehlikelilik seviyesine göre ilgili yönetmeliklerde belirtilen hükümler çerçevesinde bertarafının yapılması gerekmektedir. Taşıma mesafesinin azaltılması için nihai depolama sahaları, deprem atıklarının en fazla oluşacağı yerleşim yerlerine ve geçici depolama alanlarına mevzuatta belirtilen sınırlamalar dikkate alınarak mümkün olduğu kadar yakın seçilmelidir. Ancak seçilen alan, sahadaki çalışmalardan etkilenebilecek konutlardan, altyapı ve ticaret/sanayi alanlarından yeterince uzakta olmalıdır. Geçici ve nihai depolama alanları atık miktarını karşılayacak kapasitede olmalı, alanlara yetkisiz kişilerin girişi sınırlanmalıdır. Yangın riskinden dolayı özellikle geçici depolama alanlarında atıklar belli bir yüksekliğin üzerinde istiflenmemelidir. Yangın riski vb. durumlar için gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.

## Kaynaklar


*Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2004, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete No: 25406.*

*Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2010, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete No: 27533.*

*URL-1*

*<https://www.milliyet.com.tr/gundem/bakan-soyludan-kahramanmarasta-aciklamalar-6903965,> Erişim tarihi 15.02.2023.*

*URL-2*

*Japan Society of Material Cycles and Waste Management (JSMCWM), Technical Reference for Disaster Waste Management:*

*<https://jsmcwm.or.jp/international/?page_id=3107> Erişim tarihi: 13.02.2023*

*URL-3*

*<https://csb.gov.tr/bakan-kurum-11-ilimizde-279-bin-binanin-acil-yikilacak-agir-hasarli-yikik-veya-orta-hasarli-oldugunun-tespitini-yaptik-bakanlik-faaliyetleri-38479> Erişim tarihi: 16.03.2023*

*United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs Environmental Emergencies Section. UNEP/OCHA, 2013, Disaster Waste Management Guidelines, 2nd Edition, Switzerland*

# 6- 6 Şubat Depremleri Saha Gözlem ve Analizleri

Doç. Dr. İsmail Dabanlı, Araş. Gör. Ceyhun Erman

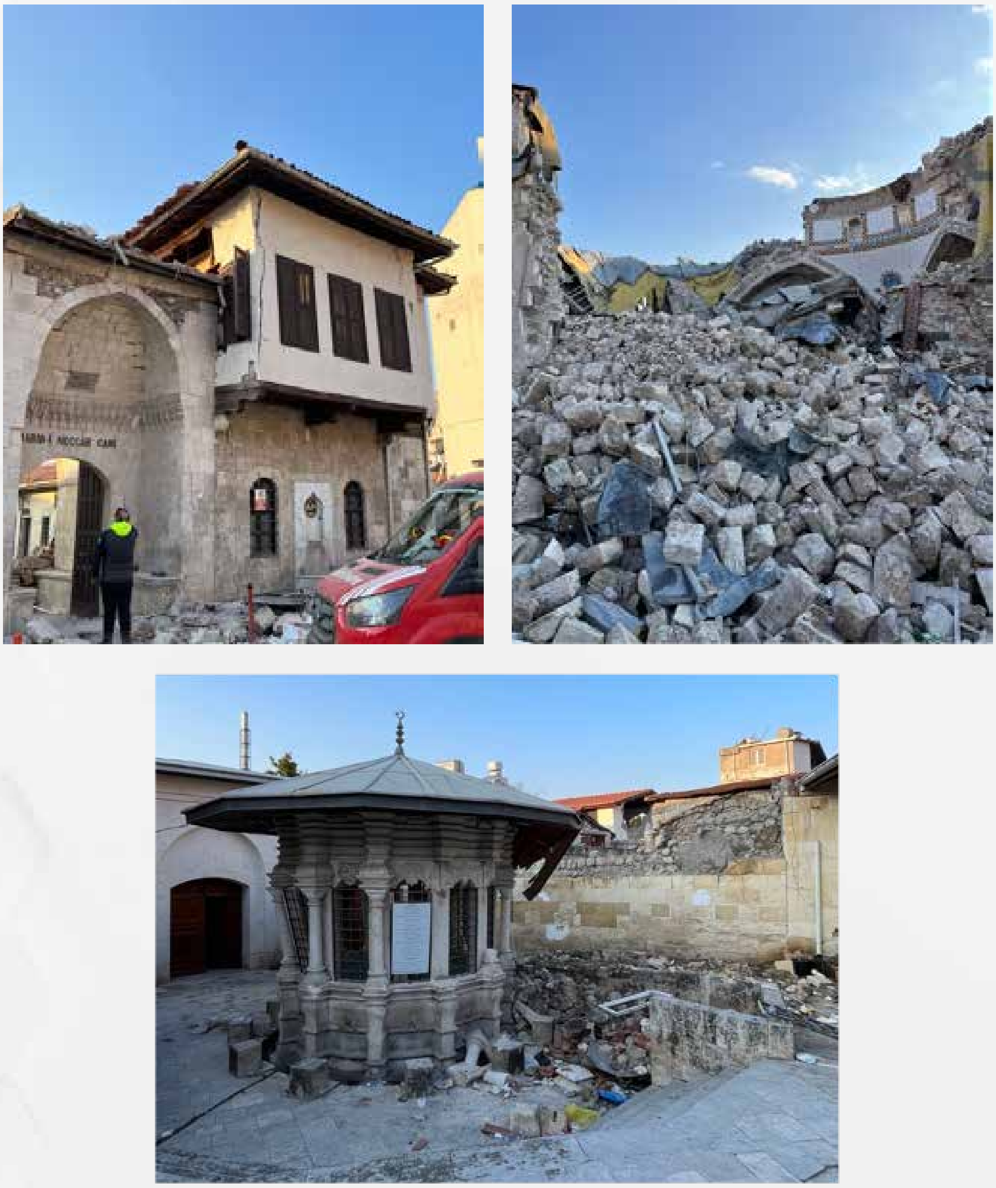
Ülkemizde 6 Şubat 2023 günü meydana gelen Mw 7.8 büyüklüğündeki Nurdağı-Pazarcık depremi ile Mw 7.7 büyüklüğündeki Ekinözü depremleri sonrasında Kahramanmaraş ve Antakya başta olmak üzere birçok çevre il ciddi derecede hasar almış ve bölgedeki bina stokunun aldığı hasarın derecesinin ivedilikle belirlenmesi çok önemli bir hale gelmiştir. Bu bağlamda üniversitemizin EELISA kapsamında iş birliği içerisinde olduğu Budapeşte Teknoloji ve Ekonomi Üniversitesi'nden (BME) 4 uzman öğretim üyesi (Attila Joâ, Istvân Völgyi, Tamâs Ther ve Pêter Pâl Ther) ile beraber 7 gün (10-17 Şubat 2023) süren saha çalışması boyunca Adana, Antakya, Kahramanmaraş şehir merkezleri ve bu şehirlerin bazı ilçelerinde bulunan (Erzin, Payas, Dörtyol, İskenderun, Belen, Türkoğlu, Pazarcık, Göksun, Elbistan, Afşin) yeni, eski ve/veya tarihsel öneme sahip olan birçok yapı (konut, cami, medrese v.b.) üzerinde detaylı gözlem ve incelemeler yapılmıştır. Bunun yanında pek çok yerleşim yerleri ve yüzey arazi incelemesi de yapılmıştır. Gözlemlerin yanında Macar Arama-Kurtarma ekiplerinin çalışmalarına Hatay'da eşlik edilmiştir. AFAD koordinasyonuyla enkaz arama kurtarma çalışmalarında müdahale süreçlerine teknik destek ve arama-kurtarma çalışmaları devam eden alanlarda risk oluşturabilecek hasarlı yapıların incelenmesi ve izlemesi yapılmıştır. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ekipleri ile hasar tespit çalışmalarına destek verilmiştir.

11.02.2023 sabahı Adana hava alanında BME Avrupa Sivil Kurtarma (European Civil Protection) yetkilileriyle kayıt ve koordinasyon sağlanıp Antakya'ya doğru yola çıkıldı. Güzergâh boyunca Erzin'de binaların çoğunun ayakta olduğu gözlemlenmiş, dışarıdan belirgin bir büyük hasar tespit edilememiştir. Payas, Dörtyol ve İskenderun yerleşimlerinde ise yer yer minarelerin kısmen yıkıldığı ve bazen tamamen göçen binalar ve hasarlı binaların bulunduğu görülmüştür. Belen ilçesine yaklaştıkça depremin yıkıcı etkisi belirgin bir şekilde görülmüştür. Belen'de altyapının da tahrip olduğu görülmüştür.

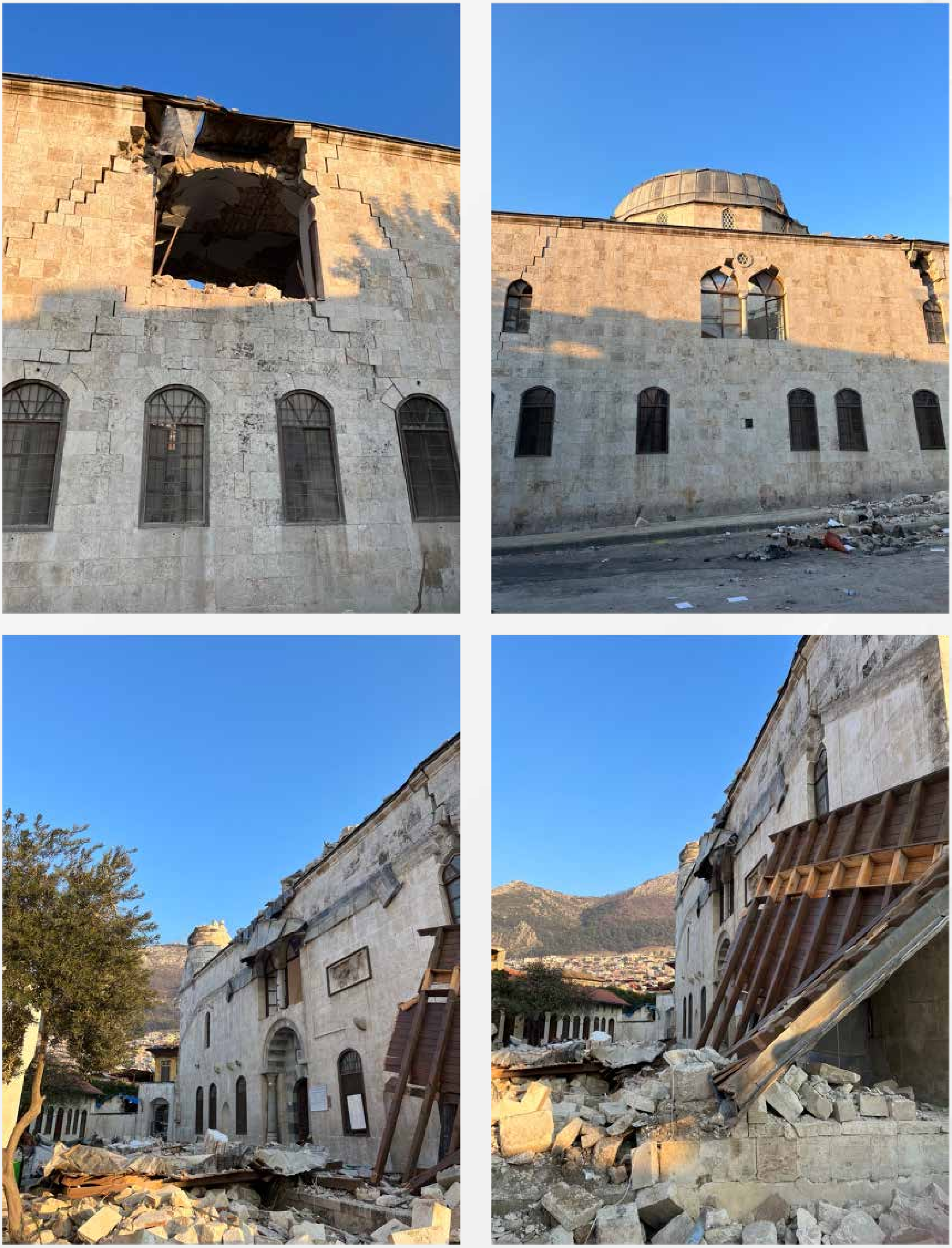
Hatay'a yaklaştıkça 2 şeritli dönüş yolunun kilometrelerce araç kuyruğu olduğu ve bu araçların şehirden çıkan ambulanslar, cenaze araçları, yardım tırları, iş makinesi nakliye araçları ve bölgeden ayrılan vatandaşların araçları olduğu görülmüştür. Yol kenarlarında bulunan akaryakıt istasyonlarının da faaliyette olmadığı görülmüştür.

Akşamüstü Antakya'ya ulaşılmış ve ekip olarak İnönü Bulvarı üzerinde kurulmuş olan Macaristan Arama Kurtarma ekibinin kampına dahil olunmuştur. İnönü bulvarı üzerinde birçok enkaz göze çarpmakla beraber yıkılmayan binaların birçoğunun ağır hasarlı durumda olduğu, hatta bazılarının iş makinalarının destekleriyle tamamen göçmesinin engellenmeye çalışıldığı görülmüştür. Birçok binada ve ara sokaklarda arama kurtarma çalışmaları iş makineleri, yerli ve yabancı kurtarma ekipleriyle vardiyalı sürdürüldüğü görülmüştür. Bölgede altyapı da tamamen tahrip olduğundan bütün aydınlatma büyük jeneratörler ile sağlanmakta olduğu görülmüştür. Tamamen göçmüş kum ve moloz yığını haline gelen yapıların ekseriyetinin yeterli beton kalitesine sahip olmadığı, beton içerisindeki agreganın kırmataş olmayıp deniz ya da dereden temin edildiği ve kullanılan çeliklerin de nervürsüz olduğu gözlemlenmiştir. Agreganın yıkanması ve içindeki deniz kabuğu tarzı yapıların elenmesi şartıyla beton imalatında kullanılmasının teknik olarak çok problem oluşturmamaktadır. Ancak gözlemlerle sahada özellikle agreganın yıkanıp yıkanmaması hakkında fikir elde edilememiştir. Kullanılan malzemeden yapıların 1999 yılı öncesi inşa edildiği tahmin edilmiştir. Devrilme ve yana yatma şeklinde hasar alan yapıların da üst yapısının göreceli olarak sağlam olmasına karşın, zemin taşıma gücüne uygun temel imalatı yapılmadığından hasar aldığı gözlemlenmiştir.

Macar arama kurtarma ekibi çalışma yaptıkları binalarda kompresörle betonları kırarken dayanım açısından çok zayıf bulduklarını aktarmışlardır. Bölgede artçı sarsıntıların da devam ettiğinden gece çadırlarda ve araç içerisinde geçirilmiştir. Antakya içerisindeki bazı sokaklara yola doğru yıkılan binalar sebebiyle yürüyerek dahi ulaşım sağlanamamıştır. Ara yolları bakımından da pek çok cadde ve sokak enkazla kapandığından güvenlik güçlerinin yönlendirmesiyle şehir içerisinde yol alınabilmiştir. Antakya'nın tarihi kültürel varlıklarının bulunduğu merkeze araçla girmek mümkün olmamıştır. Önemli kültür varlıklarından Habib-i Neccar Camii (Şekil 1) ve Şeyh Ali Camii'nin (Şekil 2) minare, kubbe ve şadırvanlarının hasar aldığı gözlemlenmiştir Tarihi meclis binasının (Şekil 3) da ciddi hasar aldığı görülmüştür. Şehrin en önemli tarihi yapılarından biri olan Saint Pierre Kilisesi Anıt Müzesinde (Şekil 4) incelemelerde bulunulmuştur. Dağ yamacında inşa edilmiş bu yapının içerisine kapı kilitli olmasından dolayı girilememiş sadece yan duvarlarından birinde küçük bir yıkıntı görülmüştür.



***Şekil 1.*** *Habib-i Neccar Camii*



***Şekil 2.*** *Şeyh Ali Camii*




**Şekil 3.** *Tarihi Meclis Binası*






***Şekil 4.*** *St. Pierre Kilisesi Anıt Müzesi*

Saint Pierre Kilisesi civarındaki mahallede zeminin kaya olması sebebiyle yapı kalitesi düşük, hatta briketten derme çatma yapılmış olsalar dahi deprem dolayısıyla hafif ya da hiç hasar almadıkları görülmüştür. Ancak bu bölgede deprem sırasında yamaçtan kopan büyük kaya parçalarının düşmesi sonucu ciddi hasar almış yapılar tespit edilmiştir.



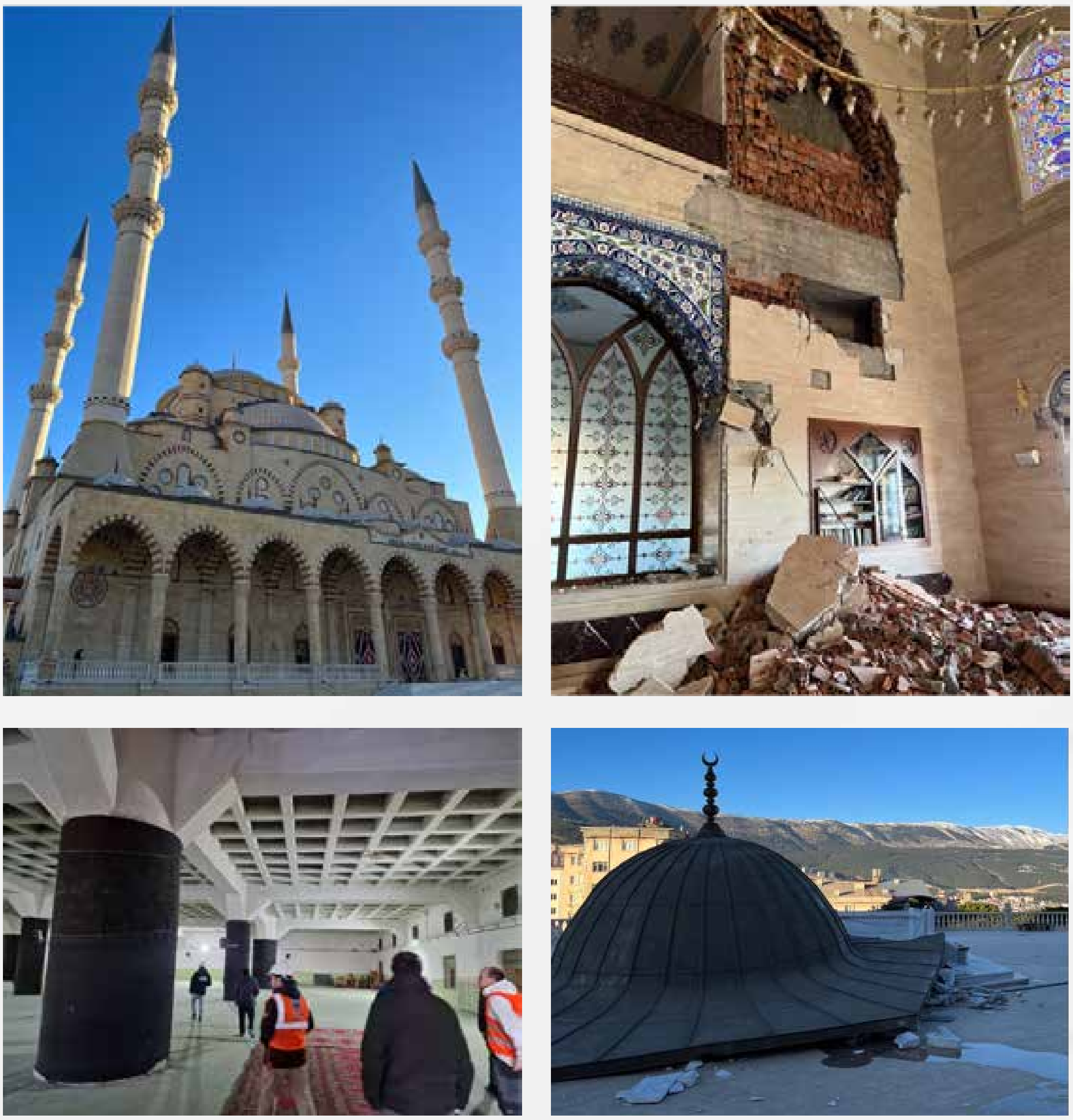
**Şekil 5.** *Kaya düşmesi örnekleri*

Macar Arama-Kurtarma ekibinin çalışmaların sona ermesi sebebiyle kampın taşınmasına yardımcı olunmuş ve Kahramanmaraş ve çevresinde incelemelerde bulunmak üzere Adana üzerinden havayolu ile Kahramanmaraş'a intikal edilmiştir. Gece AFAD bünyesinde oluşturulan yabancı Arama-Kurtarma ekiplerinin konakladığı kampta geçirilmiş ve Maraş'ta yapılacak çalışmalar için hem AFAD hem de Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı yetkilileri yapılacak çalışmalar için koordinasyon planı yapılmıştır.

Genel olarak Kahramanmaraş'ın yüksek kesimlerinde, yani göreceli olarak daha iyi zemin koşullarına (Gölsel Kireçtaşı, Şeyl, Neritik Kireçtaşı) sahip bölgelerinde inşa edilen yapıların alçak kısımlarda kuvarterner çökellerin (Ayrılmamış Kuvarterner) üzerine yapılmış binalardan daha sağlam bir şekilde bu depremleri atlattığı gözlemlenmiştir. İlk tespitlerde göze çarpan bu durum, Kahramanmaraş'ın tüm yapı stoku üzerinde yapılan detaylı hasar tespit çalışmalarının ardından sayısal olarak ortaya konularak test edilmelidir. Vezir Hoca Bulvarı üzerindeki çok katlı (ortalama 10-11-12 katlı) yapıların çoğu ağır hasar alırken hemen arkalarındaki müstakil tek veya iki katlı yapıları az hasarlı veya çoğunlukla da hasarsız oldukları tespit edilmiştir. Bu bölgede yaklaşık 20 adet binanın hasar tespiti tamamlandıktan sonra Piazza AVM civarına (Kahramanmaraş'ın güneyinde ova üzerine yerleşmiş kısımlar, MTA jeolojik haritasına göre bu bölgenin Hatay ile aynı zemine yani Ayrılmamış Kuvarterner kurulu olduğu görülmektedir), büyük yıkımın olduğu Ebrar Sitesi ve civarına uğrayarak gözlemler yapıldı. Bölgede AFAD tarafın iletilen binaların ön incelmesi yapılarak kazı çalışmaları devam eden enkazların üzerinde herhangi bir risk oluşturup oluşturmadıkları takip edilmiştir.

Ali Sezal Bulvarı üzerindeki neredeyse tüm yapıların yıkıldığı gözlemlenmiştir. Merkezde devam eden arama kurtarma faaliyetlerinin etraftaki hasarlı binalar tarafından tehdit edilmesi sebebiyle tehdit oluşturan binaların durumu incelenerek çalışmaların ilerleyişi konusunda tavsiyeler AFAD yetkilileri ile paylaşılmıştır. Maraş'ta kalınan süre boyunca bu tür riskli yapılar gün gün izlenerek yetkililere bilgilendirme yapılmıştır. ÇŞB yetkili mühendisleriyle birlikte hasar tespit çalışmalarına Dulkadiroğlu bölgesinde devam edilmiş, sonrasına Trabzon Bulvarı üzerindeki enkaz kaldırma ve arama kurtarma çalışmalarını aksatan riskli yapılar kontrol edilmiştir.

Genel olarak sağlam görünen ve gözle görünür taşıyıcılarında hasar tespit edilemeyen Abdülhamit Han Camii'nin içerisindeki bazı tuğla duvarların yıkıldığı tespit edilmiştir (Şekil 6). Avludaki şadırvanın ise komple deprem sırasında yıkıldığı tespit edilmiştir.



**Şekil 6.** *Abdülhamit Han Camii, Kahramanmaraş*

Pazarcık Çiğli ve Türkoğlu bölgelerinde yapılan gözlemler sonucu tamamen göçen binaların diğer şehirlerdeki yapılarla benzer özellikte oldukları görülmüştür. Çiğli bölgesinden depremin sebep olduğu yüzey kırığının yaklaşık 380 cm sol yönlü yer değiştirmeye ölçülmüştür (Şekil 7).



***Şekil 7.*** *Çiğli bölgesi yüzey fay atımları*

Göksun ilçesinde hasarlı binaların olduğu, ancak Elbistan merkezde deprem hasarının daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. İyi mühendislik hizmeti aldığı düşünülen ve uygulamada da herhangi ciddi bir hata yapılmayan kamu binaları hizmet vermeye devam ettiği görülmüştür. Elbistan merkezde yer alan Ulu Camii'nin minaresi yıkılmış, kubbe destek payandalarında ciddi hasarlar gözlemlenmiştir (Şekil 8).



***Şekil 8.*** *Elbistan Ulu Camii*

Afşin merkezde tamamen göçen binalar ve ayakta kalan binaların karakteristik özelliklerinin hemen hemen aynı olduğu gözlemlenmiştir. Şehir merkezinin dışında dağa yamacında kaya zemin üzerine inşa edildiği anlaşılan Ashab-ı Kehf külliyesinin Taç kapısındaki küçük bir alanda derz dökülmesi haricinde herhangi bir hasar almadığı gözlemlenmiştir (Şekil 9). Cami içerisindeki bölümde yer alan mağarada da herhangi bir kaya düşmesi ya da hasar tespit edilmemiştir.



***Şekil 9.*** *Eshab-ı Kehf Külliyesi ve Mağarası*

Depremler su kaynaklarını da doğrudan etkilen doğal olaylar olduğu için bölgenin çeşitli su kaynaklarında ciddi değişiklikler olduğu tespit edilmiştir. Özellikle yeraltı sularında meydana gelen değişiklikler günler sonra kilometrelerce uzak bölgelerde de görülebilmektedir. Şekil 10'da görülen Diyarbakır Lice'de yer aldığı bildirilen derenin yüzey deformasyonu içerisinden yer altına akma başladığı, olayın başlangıcında çekilen videoda giriş ağzının yeni yeni gelişmeye başladığı görülmektedir. Bu olayı merak edip incelemek amacıyla derenin içerisinde görülen bölge insanları giriş ağzının genişleyip akışın tamamen hızlanabileceği uyarısıyla muhtemel kazalar önlenmiştir.



***Şekil 10.*** *Deprem sonrası yüzey kırığından yer altına akan yüzey suyu, Lice, Diyarbakır.*

Deprem bölgesinde kırsal alanlarda meydana gelen su kaynaklarında değişimin bir örneği de Erkenek Güpdüşen şelalesinde görüldüğü rapor edilmiştir. Şekil 11'de görüldüğü üzere Güpdüşen şelalesi deprem sonrası kurumuştur. Memba tarafında yapılacak araştırma sonrasında su kaybının gerçek nedeni ortaya çıkabilecektir. Su kaynaklarında heyelanlar dolayısıyla da geçici olarak rejimlerde değişiklikler meydana gelebilir. Belli bir zaman geçtikten sonra geçici nitelikte olan yüzeysel, yüzey altı ve derin yer altı suyu akış rejimlerinin doğal salınımına dönmesi beklenmektedir.



***Şekil 11.*** *Güpdüşen Şelalesi'nin deprem öncesi (sol) ve deprem sonrası (sağ) durumu, Erkenek, Malatya.*

Heyelanlar sonrası uydu görüntülerinden elde edilen verilere göre Gölbaşı gölünde su seviyesinin yükseldiği ya da kıyı çizgisinin değiştiği tespit edilmektedir (Şekil 12). Adıyaman Üniversitesi Gölbaşı Meslek Yüksek Okulu (MYO) kampüsünün bir kısmının sular altında olduğu görülmektedir.



***Şekil 12.*** *Deprem öncesi (üst) ve sonrası (alt) Gölbaşı MYO ve Gölbaşı Gölü kıyı çizgisi değişimi, Gölbaşı, Adıyaman.*

# 7- 6 Şubat 2023 Depremlerinin Olası Toplumsal Etkileri ve Bunların Onarılmasına Yönelik Öneriler

Doç. Dr. Elvan Gülöksüz, Doç. Dr. Aslı Öğüt-Erbil, Doç. Dr. Ayşe Serdar (alfabetik sırayla)

## 7.1. Giriş

6 Şubat 2023 Depremlerinin toplumsal etkilerini ele alan bu bölüm, geçmiş deneyimlerden yola çıkarak, afet sonrasında ortaya çıkabilecek toplumsal sorunları, olası riskleri ortaya koymak ve söz konusu etkilerin onarılmasına yönelik değerlendirme yapmak üzere hazırlanmıştır. Toplumsal sorunların anlaşılabilmesi için zamana yayılmış geniş çaplı saha çalışmaları yapılması gerekliliği nedeniyle, raporun bu bölümü, saha gözlemlerini yansıtmak yerine, Türkiye ve dünya afet sonrası deneyimlerinden ve afetten etkilenen illerin sosyo-ekonomik durumu hakkında resmi verilerden yola çıkılarak yazılmıştır. Dolayısıyla bu bölüm afet sonrasındaki durumu ortaya koyan, niceliksel verilere odaklanan ve saha keşif sonrasını raporlayan bir nitelik taşımamakta, daha çok bu tür afetlerde ortaya çıkabilecek toplumsal sorunları ve bunları gidermeye yönelik bazı önerileri daha önceki deneyimlere dayalı olarak ortaya koymayı hedeflemektedir. Deprem bölgesinde bu sorun ve ihtiyaçlar bazı farklılıklar gösterse bile dünya deneyiminin doğru ve iyi politikaların hızlı bir şekilde kurgulanmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca yaşanan depremlerin toplum üzerindeki etkisinin tüm boyutlarıyla anlaşılabilmesi kısa bir sürede mümkün olmadığından raporun bu bölümü bir ön çalışma niteliği taşımaktadır.

Bu çerçevede bu bölümde Türkiye ve dünya deneyimini yansıtan toplumsal bilim çalışmalarından hareket ederek olası toplumsal etkiler iki ana başlık altında ele alınmaktadır. Birincisi, afet sonrası geçiş döneminde ortaya çıkan sorunlar, ikincisi ise uzun vadede, toplumsal yaşamın yeniden kurulmasında karşılaşılabilecek sorunlardır. Ayrıca, bu sorunlara karşı alınması gereken önlemler hakkında, ön saptama niteliğinde, değerlendirmeler sunulmaktadır.

### 7.1.1. Tanımlar

Afet Bölgesi İlan Edilen İller: Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye, Şanlıurfa illeri ve Sivas ilinin Gürün ilçesi.

Afet Bölgesi İlan Edilen İlleri Kapsayan İBBS2 Bölgeleri: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) bazı verileri yalnız İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması 2. Düzey (İBBS2) bölgeler bazında vermekte, iller, yani 3. Düzey bazında vermemektedir. Bu nedenle bu raporda bazı analizler İBBS2 bölgeleri bazında yapılmaktadır. Afet bölgesi ilan edilen iller 6 adet İBBS2 bölgesine dahildir. Bunlar, TR62 (Adana, Mersin), TR63 (Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye), TRB1 (Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli), TRC1 (Gaziantep, Adıyaman, Kilis), TRC2 (Şanlıurfa, Diyarbakır) ve TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat)'dir. Bu raporda TR72 hariç diğer 5 İBBS2 bölgesi hakkında istatistiksel veriler bütünsel olarak verilmektedir. Toplam 14 ili kapsayan bu bölgelerde afet bölgesine dahil edilmemiş üç il, Mersin, Bingöl, Tunceli de bulunmaktadır. TR72 ise, yalnızca bir ilçesi (Sivas/Gürün) depremden etkilendiği için dışarda bırakılmıştır.

## 7.2. Afet sonrası geçiş döneminde ortaya çıkan sorunlar

Deprem gibi afetlerin hemen sonrasındaki dönemde kurtarma, acil yardım ve temel ihtiyaçlara odaklanılmakta, kalıcı bir sisteme giden bir geçiş dönemi yaşanmaktadır. Dünya deneyimi, bu süreçte toplumsal etkiler bağlamında öne çıkan noktaları şöyle sıralıyor: Yaralanmaların tıbbi ve sosyal sonuçlarının takibi, toplu gömmelerin ailevi-toplumsal yas üzerindeki etkisi, geçici barınma ve geçinmenin sağlanması, afet etkilerini azaltmada görev alan mevcut ve gelişmekte olan sosyal ağlar, eğitimin kesintisiz sürdürülmesi ve afetin medyada hangi etik ilkelere göre yer alacağının ve medyanın rolünün ne olacağının kurgulanması (Green & Miles, 2011). Söz konusu etkileri anlamanın önündeki en büyük zorluk ise toplumsal grupların homojen olmaması nedeniyle haneler gibi alt birimlerin afet etkilerine karşı hassasiyetlerinin farklılık göstermesidir. Bu durum cinsiyet, etnik köken, gelir düzeyi gibi farklılıkları önemli kılmaktadır (Lindell, 2013). Bu raporda, afet sonrasında geçiş döneminde görülen sorunlar bahsedilen farklılıklar gözetilerek açıklanmaya çalışılmıştır.

### 7.2.1. Depremin hemen arkasından yaşanan zorluklar farklı toplumsal gruplar tarafından farklı biçim ve şiddette yaşanmaktadır

Afetlerden en çok etkilenen, kırılganlığı yüksek olan toplumsal gruplar, kadınlar, yaşlılar, çocuklar, azınlıklar, engelliler ve yoksullardır. Toplumsal sınıf ve yoksulluk afetlerde kırılganlığı artıran en belirleyici faktörler olarak nitelenmektedir (Fothergill ve Peek, 2004). Örneğin, ABD'de kasırga afetleri bağlamında yapılan bir niceliksel araştırma, kadınların, 65 yaş üstü ve 5 yaş altı nüfusun ve İngilizce konuşmayan nüfusun afet sonrasında en acil yardım ihtiyacı olan gruplar olduğu saptanmıştır (Crowley, 2021).

Afet sonrası geçiş döneminde kaynakların dağılımı ve politikalar afetten farklı biçimlerde etkilenen toplumsal grupların özel ihtiyaçlarına göre tasarlanmalıdır. Dünyada meydana gelen büyük afetlerden sonra yapılan akademik çalışmalar aşağıdaki sorun ve ihtiyaçlara işaret etmektedir.

#### *7.2.1.1. Kadınlar*

Dünya deneyimi kadınların toplumsal cinsiyet eşitsizliği ve toplumsal rolleri nedeniyle afetlerden erkeklere göre daha fazla zarar gördüğü ve iyileşmelerinin daha zor olduğunu göstermektedir (Wachtendorf vd., 2006; True, 2013). Hint Okyanusu'nda 2004'te meydana gelen tsunaminin Hindistan ve Sri Lanka'daki etkilerini inceleyen Wachtendorf vd. (2006)'ne göre, bunun nedenleri, kadınların çocuk, yaşlı, engelli, hasta bakımından sorumlu olmaları, afette bazı aile fertlerini kaybeden kadınların aile içindeki rollerinin değişmesi sonucu bakım işlerine gelir sağlama işlerinin eklenmesi, geçici barınma alanlarında toplum tarafından kadınlardan beklenen mahremiyeti sağlamanın güç olması, cinsel taciz olayları ve kadınların karar verme süreçlerine katılamamalarıdır. Deprem yardımlarının dağılımında reisi kadın olan hanehalkları hakkında özel düzenlemeler yapılması, geçici yerleşim alanlarında ve depremzedelerin yoğun olarak yerleştirildiği kent bölgelerinde çocuk, yaşlı, engelli bakımına ilişkin kapasitenin artırılması gereklidir.

Afet sonrası süreçte kadına karşı şiddette artış gözlenmektedir (Parkinson ve Zara, 2013; Weitzman ve Behrman, 2016; Birleşmiş Milletler, tarih yok). Geçici yerleşim alanlarında kadın başvuru merkezleri kurulmalı ve bu merkezler hukuksal olarak desteklenmelidir. 2015 Nepal, 2010 Şili depremleri üzerinde yapılan çalışmalar, kadınların yardıma erişimde karşı karşıya kaldığı sorunlara dikkat çekmekle birlikte, afetin geleneksel ataerkil toplumsal cinsiyet rollerini sarsmasıyla, depremzede kadınların afet sonrası süreçte özgüvenlerinin geliştiğine ve yeni sorumluluklar üstlendiğine dikkati çekerler (Luna ve Hillhorst, 2022; Moreno ve Shaw, 2018). Alam ve Rahman (2014) afet dönemlerinde sağlık tesislerinin yetersizliği nedeniyle, kadınların üreme-sağlık sorunlarıyla karşılaştıklarını ve artan cinsel taciz-ev içi şiddet oranlarına maruz kaldıklarını vurgulamaktadır.

Afet sonrası dönemde ise, kadınların devletten ve sivil toplum kuruluşlarından uygun desteği alamadıklarını ve varlık kaybı nedeniyle, bazı kadınların şehirlere göç etmek zorunda kaldıklarını, ancak bu göçün, kentsel işsizlik ve gecekondu oranlarını artırdığını belirtmektedirler (Alam ve Rahman, 2014).

Depremden etkilenen en büyük nüfuslu iki şehir olan Adana ve Gaziantep, Kadın Cinayetlerini Durduracağız Platformu verilerine göre, 2010-2020 arasında, en çok kadın cinayeti işlenen iller arasında 4. ve 6. sırada yer alırken, ilçe bazında Adana-Seyhan 52, Gaziantep- Şahinbey 49, Gaziantep-Şehitkamil 36 kadın cinayetiyle ilk üç sıradadır (Evrensel, 2021). Bu veri deprem bölgesinin en azından bir bölümünde kadına karşı şiddetin deprem öncesinde de yüksek olduğunu göstermektedir. Aile içi şiddetin artmasından endişe edilen deprem bölgesinde, kadınların geçici barınma alanlarında karşılaştığı en büyük zorluklar ise hijyen koşullarının yetersizliği ve çadırda/sokakta barınmak zorunda kalan kadınların kendilerini güvende hissetmemeleri olarak belirtiliyor (BBC, 2023). Bu nedenle, bu alanlarda kadınların güvenliğine yönelik önlemlerin alınması, yeterli hijyen koşullarının sağlanması önem taşımaktadır. Örneğin, yeterli aydınlatma, cinsiyete göre ayrılmış tuvalet ve banyolar, çadır ve diğer barınma mekanlarında kilit gibi önlemler alınmalıdır. 6 Şubat Depremleri ertesi barınma koşullarına dair söz konusu çeşitli acil ihtiyaç ve sorunlar meslek odalarının durum tespit raporlarında vurgulanmaktadır (Mimarlar Odası, 2023; Türk Tabipler Birliği, 2023a; 2023b; 2023c).

#### *7.2.1.2. Çocuklar*

Dünya deneyimi afetlerden en çok zarar gören toplumsal gruplar arasında çocukları saymaktadır. Wachtendorf vd. (2006) Hint Okyanusu'nda meydana gelen tsunamiden sonra Hindistan ve Sri Lanka'da, afet sonrasında yaşanan gelir kaybı nedeniyle okula gönderilemeyen veya gelir sağlamak için çalışmak zorunda kalan çocuklar bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, afet engelli öğrencilerin eğitime erişim olanaklarının kısıtlanmasına yol açabilmektedir (Green ve Miles, 2011). Geçiş döneminde çocukların eğitim olanaklarının yok olması veya kısıtlı hale gelmesi yanında yeterli beslenme ve güvenli barınma ihtiyaçları da önemle gözetilmesi gereken konulardır.

6 Şubat depremlerinden sonra Afet Bölgesi İlan edilen İl ve İlçelerde çocuklarla ilişkili en dikkat çekici sorun refakatsiz kalan çocuklar olmuştur. Afet sonrasındaki üç hafta içinde velisi vefat eden veya kaybolan çocukların güvenliğinin sağlanmasına yönelik Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı internet sayfasında açıklama yapılmış, "aile ve yakınlarına ulaşılamayan çocuklarımız ilk olarak Bakanlığımıza bağlı kuruluşlarımıza alınmakta, güvenli şekilde bakımları sağlanmakta ve ailelerine ulaşma çalışmaları yapılmaktadır" denmiştir. Bakanlık deprem bölgesinde refakatsiz kalan çocukların sorgulanabileceği bir uygulama başlatmış, 1858 refakatsiz çocuktan 1314'ünün ailelerine teslim edildiği, 451 çocuğun da hastanede takibinin gerçekleştirildiği paylaşılmıştır (HaberTürk, 2023). Bakanlık ailesine ulaşılamayan çocuklar için koruyucu aileler bulmaya çalışırken kamuoyu ve bazı STKlar tüm bu süreçlerin çocukların korunarak ve hassasiyetle yürütülmesinin önemine dikkat çekmektedir.

#### 7.2.1.3. Yaşlılar

Birçok dünya şehrinin maruz kaldığı büyük ölçekli doğal afetler sırası ve hemen sonrasında yaşlıların da büyük kırılganlık gösterdiği ortaya konmuştur. 2009 L'Aquila-İtalya depremi sonrasında Giuliani ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada depremden 3 yıl sonra, yeni yerleşim yerlerinde ve geçici konutlarda yaşayan yaşlı nüfusun yaşam kalitesi algısının, sosyal izolasyon hissetmeleri nedeniyle, diğer nüfus gruplarına göre daha kötü olduğu saptanmıştır. 2011 Christchurch, Yeni Zelanda Depremi'nde olduğu gibi bakım altında olan yaşlı insanların tahliyesi ve yeni yaşam yerlerine yerleştirilmesi sırasında fiziki sağlık problemleri yanında anksiyete, bilişsel sorunlar ve iletişim zorlukları da ortaya çıkmaktadır (Heppenstall vd., 2013). Ayrıca yoksulluk, yalnız yaşama, engellilik, birinci basamak sağlık hizmetlerine erişim (Chau vd., 2014), bakım hizmeti sağlayanların kaybı veya işi bırakması da yaşlı nüfusun karşılaşabileceği sorunlar arasındadır.

6 Şubat Depremleri sonrasında binaları yıkılan Malatya'daki bir bakımevi sakinlerinin bakımsız-gözetimsiz kalması gibi durumlar ortaya çıkmıştır. Bunun yanında 15 Şubat 2023'te aktarıldığı üzere Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, depremlerden etkilenen 533 yaşlı ve 1088 engellinin Bakanlığa bağlı kuruluşlardan nakledildiğini, 186 yaşlı ve 273 engellinin kuruluşlar dışında bakıma alındığını bildirmiştir (A.A., 2023).

#### 7.2.1.4. Çeşitli statülerdeki göçmenler ve kırılgan gruplar

Dünya çapında yaşanan afetlerde göçmen ya da mülteci statüsünde bulunan kırılgan (vulnerable) grupların yardıma ulaşmada ve iyileşme süreçlerinde karşı karşıya kaldığı sorunlara dikkat çekilmiştir. Japonya gibi ileri düzeyde ve sistematik olarak afet önleyici önlemleri kurumsallaştıran toplumlarda dahi göçmen grupların dil, vatandaşlık statüsü, sınırlı sosyal ağlar gibi dezavantajlar nedeniyle sorunlarla karşı karşıya kaldığı görülmüştür (Uekusa ve Matthewman, 2017; Pongponrat ve Ishii, 2018).

6 Şubat Depremlerinin etkilediği bölgede, Türkiye'de geçici koruma statüsü altında ikamet eden Suriyeli sığınmacı sayısının en fazla olduğu ikinci il olan Gaziantep (il nüfusuna oranı %17,76), üçüncü il olan Hatay (il nüfusuna oranı %17,51) ve Suriyelilerin il nüfusuna oranla en yoğun olarak yaşadığı Kilis (%37,48) bulunmaktadır. Kilis başta olmak üzere, Gaziantep ve Hatay illerinde geçici koruma kapsamında yaşayan kayıtlı Suriyelilerin yerli nüfusa oranı depremde yaşanan yıkımın ve deprem sonrası uygulamaların önemli oranda Suriyeli sığınmacıyı etkilediğini/etkileyeceğini göstermektedir. Basında yer alan bazı haberler kimliği tespit edilemeyen cenazeler arasında sığınmacıların bulunabileceğini göstermekte, afetin sonuç ve etkilerine ilişkin sağlıklı verilerin toplanması açısından sığınmacıların durumu önem arz etmektedir.

Bunun yanında, Suriyeli sığınmacılar ve yerli nüfus arasında olası gerilimleri önlemek ve depremzedeler arasında dayanışma, adalet ve kardeşliği korumak önemlidir. Yapılan yardımların dağıtımında, yardımlara erişimde adalet ve şeffaflık toplumsal barışın korunması için elzemdir.

*[1]Geçici koruma kapsamındaki Suriyeli sığınmacı verileri İçişleri Bakanlığı Göç İdaresi Başkanlığı'nın 2 Şubat, 2023 tarihli verisine dayanmaktadır (İçişleri Bakanlığı Göç İdaresi Başkanlığı, 2023).*

#### *7.2.1.5. Yoksullar*

Depremi izleyen aylarda, kalıcı bir konut edinene kadar, barınacak bir yer bulma ve ihtiyaçlarını karşılamada en kırılgan gruplar arasında yoksullar bulunmaktadır. Yoksulların birikimlerinin olmaması ve geçimlerini genellikle günübirlik kazançlarla sağlamaları, ekonomik faaliyetlerin durduğu veya çok yavaşladığı deprem sonrası dönemde, onları geçimlerini sağlayamayacak hale getirir. Yoksulluk göreceli bir kategori olmakla birlikte, hanehalklarının asgari ihtiyaçlarına göre sınırlar saptanmıştır. TÜİK'in verilerine göre, 2021 yılında, Afet Bölgesi İlan Edilen İlleri Kapsayan İBBS2 Bölgelerinde, yoksul sayısı (medyan gelirin %50'sine göre hesaplamada) yaklaşık 1 580 000 ve (%60'ına göre hesaplamada) yaklaşık 2 763 000'dir (TÜİK, 2022d). Yoksulluk oranı ise, aynı sırayla, %9 ve %16,4'tür. Bu veriler bölgeler için ayrı hesaplanan yoksulluk sınırına (TL) göre oluşturulmuştur. Aynı veri Türkiye için hesaplanan yoksulluk sınırına göre oluşturulduğunda yoksul sayısı ve yoksulluk oranı daha da yükselmektedir. Satın alma gücü paritesi kullanılarak yapılan hesaplamada (medyan gelirin %50'sine göre hesaplamada) yaklaşık 4 072 000, (%60'ına göre hesaplamada) yaklaşık 5 769 000 kişi yoksuldur (TÜİK, 2022e). Yoksulluk oranı ise, aynı sırayla, %36,2 ve %34,2'dir.

Aynı bölge ve yılda, yüzde 20'lik gruplar itibarıyla yıllık eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirinin dağılımında, nüfusun %44,2'si beşinci (yani en düşük), %21,5'i dördüncü yüzde 20'lik dilime girmektedir (TÜİK, 2022f). Bu da nüfusun %65,8'inin alt-orta ve alt gelir grubunda olduğunu göstermektedir. Bu oran, 2021 yılında nüfusu toplam yaklaşık 16 156 000 olan 5 İBBS2 bölgesinde, 10 625 000 nüfusa karşılık gelmektedir (TÜİK, 2023a). Bu gelir gruplarının ev ve işlerini kaybetmeleri durumunda deprem sonrası dönemde kısa, orta ve uzun vadelerde desteklenmeleri gerekmektedir.

Özetle, 2021 itibarıyla, Afet Bölgesi İlan Edilen İlleri Kapsayan İBBS2 Bölgelerinde, farklı hesaplama biçimlerine göre, en az yaklaşık 1 580 000, en fazla yaklaşık 5 769 000 yoksul vardır. Ayrıca nüfusun %65,8'i alt-orta ve alt gelir grubundadır. Deprem sonrası müdahaleler bu grupların kırılganlığını göz önüne almalı, yardımlar ve kalıcı müdahaleler bu gruplara göre şekillendirilmelidir.

### 7.2.2. Afet yardımı dağılımındaki eşitsizlikler, yardımlara erişebilirlik ve afet kurbanları olarak görünürlük

Afet sonrası yardım sürecinde, afetten etkilenen vatandaşların adil ve insan onuruna yaraşır bir muamele ile yardıma ulaşması, seslerinin duyulması, ihtiyaçlarının dinlenmesi, insan haklarına saygılı olunması ve iyileşme sürecinde yerel toplulukların bilgilerinin ve seslerinin sürece dahil edilmesi (Geale 2012) önemlidir. Yardım dağıtımı lojistik olduğu kadar (Kovacs ve Spens, 2007; Özdamar ve Ertem, 2015) etik ve politik bir mesele olduğundan eşitsiz muamelenin önüne geçilmelidir. Afet sonrası acil ve insani yardımın dağıtılmasında adalet ve şeffaflık gözetilmelidir. Hindistan'daki 2001 Gujarat Depremi sonrasında özellikle kırsal kesimin ve köylülerin afet yardımına ulaşmakta zorlandıkları, daha görünür olan kentlerin ve betonarme enkazların afetten etkilenen alanlar olarak daha görünür olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda siyasal ağlara erişim ve kayırmacılık afet yardımının afet mağdurlarına ulaştırılmasında ciddi eşitsizlikler yaşanmasına yol açmıştır (Simpson, 2008).

Bu ve benzeri diğer çalışmaların da işaret ettiği gibi afet sonrası acil yardım dağıtımında ve sonraki iyileşme sürecinde afetten etkilenen mağdurlar arasında adalet gözetmek, talep ve ihtiyaçlarını görünür kılmak mevcut eşitsizlikleri (sınıf, gelir düzeyi, kır/kent, toplumsal cinsiyet, diğer sosyo-kültürel kimlikler) yeniden üretmemek ve derinleştirmemek için elzemdir. Basında yer alan çok sayıda haberde ve meslek örgütlerinin raporlarında köyler başta olmak üzere, yardım dağıtımında erişilebilirlik sorunu yaşandığı, depremzedelerin merkezî olarak yönetilen yardımlara erişmekte zorlandığı gözlenmektedir (Mimarlar Odası, 2023; Türk Tabipler Birliği, 2023a; 2023b; 2023c).

### 7.2.3. Geçici barınma alanlarında yaşanan çatışmalar ve toplumsal kutuplaşma

Afetler üzerine çalışmalar çeşitli faktörlerin geçici barınma alanlarında ve yardımın dağıtılması sürecinde çatışma ve şiddete yol açabildiğini göstermektedir. Özellikle çok etnisiteli yerleşim yerlerinde acil ve insani yardımın dağıtılmasında yaşanan çeşitli sorunlar topluluklar arasında çatışma ve şiddeti tırmandırabilmektedir. Sri Lanka deneyimi üzerinde yapılan bazı çalışmalar bu tür çatışmalardan kaçınmak için yerel ağların yardım dağıtım süreçlerine dahil edilmesinin etnik tarafsızlığı sağlamada önemli olduğunu vurgular (De Silva, 2009). Yardım dağıtımında ve yeniden inşa sürecinde yaşanan sorunlar ve kayırmacılık vatandaşlar arasında güvensizliğin ve rekabetin artmasına yol açarak toplumsal gerilimi ve kutuplaşmayı tırmandırabilir (de Juan vd, 2020; Kang ve Skidmore, 2018).  Geçiş sürecinde toplumsal kutuplaşma ve çatışmayı önlemek için yardımların eşitlikçi, adil ve şeffaf bir şekilde dağıtılması, suç oluşturan eylemlere hukuk çerçevesinde müdahale edilmesi çatışmaların önlenmesi açısından gereklidir.

### 7.2.4. Sivil toplum ile dayanışma ve dayanıklılığın örgütlenmesi

Hem dünyadaki farklı deneyimler hem de Türkiye'nin 1999 Marmara Depremi sonrası deneyimi afet sonrası inşa ve iyileşme süreçlerinde sivil toplumun ve sivil toplum kuruluşlarının oynadığı olumlu rolü ortaya koyar (Demiröz ve Hu, 2014; Shaw ve Izumi, 2014). Bu konuda yapılan çalışmalar, Türkiye örneğinde de Marmara Depremi, yaşanan afetin özellikle devletin yetersiz kaldığı pek çok durumda inisiyatif alarak dayanışma ve acil yardımı yerelde ve ulusal ölçekte örgütlediğini göstermektedir (Jalali, 2002; Serdar, 2002). 1999 Marmara Depremi'ni takip eden süreçte depremzedeler tarafından kurulan dayanışma dernekleri depremzedelerin hak arama ve yardımlaşma süreçlerinde öz örgütlenmelerini kolaylaştırmış ve pek çok vatandaşın sivil toplum aktivizmi ile tanışmasını sağlamıştır (Akşit, Serdar, Tabakoğlu, 2002). Bu anlamda, afet sonrası süreçte sivil toplum kuruluşlarının ve ilgili meslek örgütlerinin kamu çıkarı ve vatandaşlık bilinciyle yerel halkla yardımlaşmayı örgütlemesi desteklenmelidir. Aynı zamanda yerel halkın öz örgütlenmesi de 1999 Marmara Depremi deneyiminden hareketle beklenmeli ve desteklenmelidir. Bugün, Marmara Depremi'nden farklı olarak sosyal medyanın da bu süreçte oynadığı rol göz önünde bulundurularak vatandaşların özgür ve kesintisiz iletişim hakkı sağlanmalıdır.

## 7.3. Afet sonrasında toplumsal yaşamın yeniden kurulması

Toplumsal kırılganlık (social vulnerability) kuramına dayanan çalışmalar doğal ve insan kaynaklı afetlerin afetzedeleri homojen bir şekilde etkilemediğini ve belirli grupların riske daha açık olup, afet sonrası başa çıkma kapasitelerinin daha zayıf olduğunu ortaya koyarlar (Manyena, 2006; Bhamra vd 2011).6 Şubat Depremlerinin etkilediği bölge özelinde ve Türkiye genelinde (hatta uluslararası dayanışma da göz önünde tutularak) toplumsal yeniden inşada kırılganlıkları azaltmak, sosyo-ekolojik eşitliği ve toplumsal dayanıklılığı gözeten unsurları açığa çıkarmak ve güçlendirmek son derece önemlidir.

### 7.3.1. Deprem sonrası yeniden yapılanma süreci tasarlanırken depremden etkilenen illerin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyinin düşük olduğu göz önüne alınmalıdır.

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın Sosyo-ekonomik Gelişmişlik Endeksine (SEGE) göre , Afet Bölgesi İlan Edilen İllerin ve Sivas'ın Gürün ilçesinin sosyo-ekonomik gelişme seviyesi düşüktür (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2022). İlçe düzeyinde bakıldığında Afet Bölgesi İlan Edilen İllerde bulunan toplam 125 ilçenin %33,6'sının en düşük, yani 6. SEGE kategorisinde, %31,9 (5), %28,3 (4), %19,5 (3), %17,7 (2), %15,0 (1)'ının daha yüksek kategorilerde olduğu görülmektedir. Özetle, 11 ildeki ilçelerin %63,7'si Sosyo-ekonomik Gelişmişlik Endeksine göre en düşük iki kategoride yer almaktadır.

Bölgenin ekonomi ve nüfus olarak en büyük iki ili Adana ve Gaziantep SEGE'de deprem bölgesi ortalamasının göreli olarak üzerindedir.  Hatay ve Osmaniye bölge içinde ortalama SEGE değerlerine sahipken, diğer illerde çok sayıda ilçenin 4-6. SEGE kategorilerinde yer aldığı görülmektedir.

6 Şubat Depremlerinden en çok etkilenen dört ilden (Adıyaman, Hatay, Kahramanmaraş ve Malatya) üçünde (Adıyaman, Kahramanmaraş, Malatya) çoğunluk ilçe alt gelişmişlik kategorilerinde (4-6. kategoriler) bulunmaktadır: Adıyaman (%77,7); Malatya (%84,6) Kahramanmaraş (%72,7). Düşük sosyo-ekonomik gelişmişlik ve yaşlı nüfusun kesişiminde dezavantajlı olan ilçe ve köy ölçeğindeki bu yerleşim yerlerinin deprem sonrası süreçte göz ardı edilmemesi ve özel politikalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu bölgedeki köylerin depremde hasar gördüğü, ulaşım ve hava koşulları nedeniyle acil yardıma erişmekte zorlandıkları pek çok haberle ortaya konmuştur.

Afet Bölgesi İlan Edilen İllerin tamamında ortalama hanehalkı büyüklüğü Türkiye ortalama hanehalkı büyüklüğü olan 3,23'ün üzerinde ve şu şekildedir: Şanlıurfa 5,12; Diyarbakır 4,43; Adıyaman, 4,0; Gaziantep, 3,97; Kahramanmaraş 3,68; Hatay, 3,65; Osmaniye 3,46; Kilis, 3,46, Malatya, 3,40, Elazığ, 3,25 (TÜİK, 2022a). Hanehalkı büyüklüğü altyapı, hizmetler, barınma ihtiyaçlarının yeniden yapılandırılmasında göz önünde tutulmalıdır.

TÜİK'in İBBS2 bölgeleri bazlı analizine göre, 2021 yılında depremden etkilenen illerin tamamında işgücüne katılım oranı ve istihdam oranı Türkiye ortalamasının altındadır (işgücüne katılım Türkiye ortalaması %51,4; istihdam oranı Türkiye ortalaması %45,2'dir) (TÜİK, 2022b). İşsizlik oranı ise Adana-Mersin (%13,2), Hatay-Kahramanmaraş-Osmaniye (%17,1), Şanlıurfa-Diyarbakır'da (%15) Türkiye ortalamasının üzerindedir (işsizlik Türkiye ortalaması: %12'dir). Depremden en çok etkilenen iller arasında bulunan Hatay-Kahramanmaraş-Osmaniye alt bölgesinin deprem öncesindeki düşük işgücüne katılım (%48,1) ve istihdam oranları (%39,9) ile yüksek işsizlik oranı (%17,1) depremin olası olumsuz sonuçlarını ücretli çalışan nüfus için daha da yıkıcı hale getirebilir. Altyapının zarar görmesi nedeniyle işten çıkarmalar ve geçimlik ekonomi kaynaklarının hasarı nedeniyle işsizlik oranlarında artış beklendiğinden işsizliği önleyici tedbirler alınmalı ve sosyal politikalar aracılığıyla istihdam açısından daha da güvencesizleşen ve kırılganlaşan nüfus desteklenmelidir.

Diyarbakır-Şanlıurfa alt bölgesi -% 11,87, Malatya-Elazığ-Bingöl-Tunceli alt bölgesi -%3,20 negatif net göç hızına sahiptir. Göreli yüksek doğum artış hızına rağmen negatif net göç hızına sahip olan bölge illeri deprem ertesinde yoğun bir dış göç yaşamaktadır. AFAD'ın 24 Şubat 2023 verisine göre AFAD koordinasyonuyla 474 520 kişi, yol masrafı alan ve kendi imkanlarıyla depremden etkilenen illerden ayrılan 105 683 kişi ve kayıt dışı gidenlerle deprem bölgesinden 1 milyonun üzerinde göç olduğu ifade edilmektedir (Hürriyet, 2023a). Yer değiştiren nüfusun yoğun olarak yerleştiği, başta Mersin gibi illerde kiralık konut fiyatlarındaki fahiş artış dahil pek çok altyapısal, toplumsal, ekonomik sorun belirmiştir. Mersin'de bulunan çeşitli kurum ve STK'lar yayınladıkları açıklamada şehir nüfusunun %40 oranda arttığını ifade etmişlerdir (Hürriyet 2023b). Bu ani nüfus hareketinin olası olumsuz sonuçları hak temelli bir perspektifle çözülmeli, deprem bölgesinden ayrılmak durumunda kalan vatandaşların geride bıraktığı mülklerine dair hakları hukuken korunmalıdır. Ayrıca, depremzede göçü alan şehirlerde depremzede vatandaşların karşı karşıya kaldığı sorunlar (barınma, istihdam, eğitim vb.) tespit edilmeli ve hak temelli çözüm önerileri geliştirilmelidir.

*[2]Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Kalkınma Ajanslarının hazırladığı sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksi (SEGE) ilçe düzeyinde 56 değişkeni 8 boyutta (demografi, istihdam ve sosyal güvenlik, eğitim, sağlık, finans, rekabetçilik, yenilikçilik ve yaşam kalitesi) inceleyerek genel sosyo-ekonomik gelişme seviyesi hakkında veri sağlamaktadır.*

### 7.3.2. Deprem sonrası müdahaleler sosyo-ekolojik bir bakış açısına sahip olmalı, afet adaleti gözetilmelidir

Deprem gibi afetlerin sonrasında afetten etkilenen insanlar ve toplumlar, insanın doğa üzerinde kurduğu hakimiyeti veya insan-doğa ilişkisini sorgulamakta ve insan-doğa arasındaki bağın önemini hayatın akışı içinde dönemsel de olsa unutabilmektedir. Ancak deprem, tsunami ve volkanik patlamaların sık sık yaşandığı Şili'nin Constitucion bölgesi sakinlerinin, insanların, insan olmayan varlıkların ve çevremizin bir bütün olduğunu ve yaşamın da bu bütünle var olduğunu (Pfister ve de Jong, 2022) vurguladığı gibi toplumların insan-doğa arasındaki etkileşimi sürekli gözetmesi gerekmektedir. Yaşamın devam edebilmesi için söz konusu gözetimin hem insan toplumlarındaki adaleti hem de insan-dışı varlıkların haklarını savunan bir temele oturması beklenmektedir. Gerek tarihsel süreçleri gerekse günümüzdeki süreçleri mercek altına alan çalışmalar toplum içinde bu temelin çoğunlukla sağlanmadığını, zaten kırılgan olan kesimlerin toplumsal veya ekolojik değişimler sırasında veya sonrasında daha da kırılgan hale geldiğine işaret etmektedir. Örneğin Roma, Bizans ve Osmanlı İmparatorluğu dönemlerine yönelik yapılan bir çalışma doğal ve toplumsal afetler sonrasında iyileşmenin sağlanabildiğini, ancak bu iyileşmeden sağlanan yarar veya zararın toplum geneline eşit olmayan biçimde dağıldığını, hatta kırılgan kesimlerin yararlardan çok zararları omuzlamak zorunda kaldıklarını belirtmektedir (Izdebski, Mordechai ve White, 2018). Doğal afet gibi çevreden kaynaklanan bir stresin etkilerinin ise toplumsal olarak yapılandırıldığına dikkat çekilirken, oluşan koşulların toplumsal aktörler, ekonomik ilişkiler, siyasi kurumlar ve kültürel normlarla şekillendiği ifade edilmektedir (Izdebski, Mordechai ve White, 2018). Daha önce bahsedilen Şili'nin Constitución yerleşimi sakinlerinin, yoğun kereste üretimiyle şiddetlenen deprem, tsunami ve orman yangınlarından oluşan birleşik krizi insan-merkezci yaklaşımın sonucu olarak görmesi ve biyoçeşitliliği-doğayı koruma çabalarına destek vermesi (Pfister ve de Jong, 2022) ise toplumsal yapılanmaya bir örnek teşkil etmektedir. Bu çerçevede depremin etkilerinin sosyo-ekolojik bir bakış açısıyla ele alınması önem arz etmekte insan ve insan-dışı varlıkların yer aldığı "çevre" bir bütün olarak görülmeli ve bu paralelde çevre adaleti de gözetilmelidir.

Toplum içindeki çevre adaleti, afetler bağlamında "afet adaleti" kavramıyla ele alınmaktadır ve doğal afetlerin farklı etkilerinin (örneğin sel, kasırga, kuraklık, aşırı sıcak dalgaları, toprak kayması, orman yangını ve depremler) afet dışı sosyal eşitsizliklere ve adaletsizliklere gömülü olduğu anlayışına dayanmaktadır. Birleşmiş Milletler Uluslararası Afet Azaltma Stratejisi (UNISDR), doğal afetlerin ancak insan savunmasızlığıyla karşılaşıldığında felakete dönüştüğünü vurgulamaktadır (Calabrese, 2020 s.916). Araştırmalar, afetlerin kırılgan toplumsal grupları orantısız bir şekilde etkilediğini ortaya koymakta (Maldonado, Collins ve Grineski, 2016), bu etkilenmenin azaltılması ise genelde yönetişim, özelde afet yönetişimi-iletişimi yoluyla mümkün kılınabilmektedir (Calabrese, 2020; Derakhshan, Hodgson ve Cutter, 2020; Shrestha vd. 2019; Zhang, 2010). Örneğin Oklahoma'daki olası sismik afetler karşısında etkilenebilecek toplum kesimlerini saptamak ve afet riskini azaltmaya yönelik kararlar alınırken bu grupları korumak amacı ile toplumsal kırılganlıkların mekânsal dağılımını saptamak önerilmiştir (Derakhshan, Hodgson ve Cutter, 2020). Toplumun dezavantajlı ve kırılgan kesimlerinin afet risklerine yönelik farkındalıklarını arttırmak da bir yöntem olarak paylaşılmaktadır (Maldonado, Collins ve Grineski, 2016; Zhang, 2010). Ayrıca, afet yönetişimi perspektifinde dağıtımsal adalet yanında dezavantajlılara öncelik veren ve toplumun bu kesimlerini "tanıyan" bir afet adaletinin benimsenmesinin gerekli olduğuna işaret edilmektedir (Shrestha vd., 2019).

### 7.3.3. Bölgedeki kültürel çeşitlilik kaybedilmemelidir

Depremin yol açtığı göçün kalıcı göçe dönüşmesi ihtimali başta Hatay olmak üzere depremden etkilenen illerin çok kültürlü demografik yapısını dönüştürme ve bu kültürel mirasa ve insan kaynağına zarar verme riskini barındırmaktadır. Depremden etkilenen illerin tarihsel süreçte oluşmuş zengin kültürel mirası ve insani dokusuna zarar vermemek, kasti olarak dönüştürmemek ve bu mirası korumak afet sonrası toplumsal yaşamın yeniden kurulması ve iyileştirilmesinin önceliklerinden biri olmalıdır.

Kültürel çeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmalar yanında bölgede yaşayanların genelini kapsayan toplumsal bellek çalışmaları yapılması hem farklı kültürel mirasların korunmasını hem de toplum dayanıklılığını arttırmada yardımcı olacaktır. Wilson (2013) 2010 Christchurch-Yeni Zelanda Depremi ardından kent sakinlerinin ani başlayan ve devam eden depremlere hazırlıksız olduklarına, sarsıntıların yarattığı devam eden tehdit ve buna bağlı belirsizliğin depremi yaşayanların sorunlarla başa çıkma ve gelecek için plan yapma becerilerini yavaş yavaş azalttığına işaret ediyor. Bu bağlamda toplumsal bellek çalışmalarının yardımcı olabileceğine dikkat çekiliyor.

### 7.3.4. Köylerin terk edilmesi ve tarımsal ekonominin dönüşümünde, yaşam biçimleri ve biyolojik çeşitliliğin kaybına karşı politikalar geliştirilmelidir

Deprem köyleri de önemli ölçüde etkilemiş, köy yapıları yıkılmış ve can kayıpları yaşanmıştır. Türkiye'de, 2001 sonrasında, tarımsal üretim yapısında ve köylerin demografisinde önemli değişiklikler olmuştur. Gençlerin kentlerde çalışmak üzere köyleri terk ettiği, köylerde orta yaş ve üstü nüfusun kaldığı bilinmektedir. Ayrıca, tarımsal ürün ticaretinin serbestleşmesi sonucu, geleneksel tarımsal üretim yöntemleri ve ilişkileri değişmektedir. Bu da arazinin toplulaşması, kârlı sektörlerde köy dışından sermaye yatırımlarının gelmesi veya kârsız sektörlerde üretimin durdurulması gibi, toplumsal yapı ve köy yaşamı üzerinde önemli etkileri olan değişimleri içermektedir. Depremin bu eğilimlerin etkilediği bir ortamda meydana gelmesi yıkılmış köylerin yeniden inşasını kritik hale getirmektedir. Olshansky vd (2006) 2004 Niigeta Ken Chuetsu Depremi'nden sonra, köylerin yıkılması ve işlerin kaybı sonucunda kentlerde iş bulan insanların köye geri dönüşü hakkında soru işaretleri bulunduğuna işaret etmektedir.  Burada, yeni işlere ve kent yaşamına uyum sağlayamayacak kesimlerin refahı kadar yaşam biçimlerinin, biyolojik ve kültürel çeşitliliğin kaybı da sorun olarak tanımlanmalı ve köylerin deprem sonrası rehabilitasyonu bunlar göz önüne alarak yapılmalıdır. Ayrıca, bitkiler ve hayvanların da afetlere karşı kırılganlığının tanınması ve "tarımsal kırılganlık" kavramı içinde bunlara da yer verilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Lindell, 2013).

### 7.3.5. Afet sonrası müdahalelerin mevcut toplumsal eşitsizlikleri yeniden üretmesinin ve derinleştirmesinin önüne geçilmelidir

Şili, Haiti, İtalya'da yaşanan depremler, ABD'de yaşanan Katrina Kasırgası gibi afetler üzerine yapılan çeşitli ampirik ve kuramsal araştırmalar (Rhiney, 2020; Sandoval vd, 2020) özellikle sosyo-ekonomik, ırksal, etnik eşitsizliklerin kurumsal ve yapısal olarak yeniden üretildiği toplumlarda afetlerin hali hazırda yaşanan risk ve yeniden bölüşüm adaletsizliğini daha da derinleştiren sorunlara yol açtığını ortaya koymaktadır. Türkiye bağlamında da afet sonrası yeniden yapılanma sürecinin kâr amacından uzak, önceliği kamu çıkarı ve kamusal fayda olan bir perspektifle ve hassasiyetle planlanması ve gerçekleştirilmesi gereklidir.

2020 yılı Eurostat (Eurostat.a, tarih yok) verilerine göre, 33 Avrupa ülkesi içinde Gini katsayısına göre gelir dağılımı en eşitsiz 2. ülke olan Türkiye'de deprem sonrası süreçte gelir adaletsizliğinin daha da bozulması, depremzedelerin sosyo-ekonomik statü kaybı yaşaması, yoksullaşma, sermayenin el değiştirmesi, meslek, toprak sahipliği gibi geçimlik ekonomi kaynaklarının kaybı veya işlevini kaybetmesi nedeniyle mülksüzleşme ve işçileşme (proleterleşme) süreçlerinin yaşanması beklenebilir. Afet, kriz, yerinden edilme gibi yıkıcı süreçler belirli toplulukların geçim kaynaklarını, toplumsal statülerini tehdit ederken, eş zamanlı olarak kamu çıkarı gözeten sosyal ve ekonomik politikalar izlenmediğinde servet ve gelir eşitsizliğini daha da bozan sermaye birikimi sağlayıcı fırsatlar olarak araçsallaştırılabilir.

TÜİK tarafından Türkiye'nin gelir dağılımı adaletini gösteren Gini katsayısı ortalaması 2021 yılında 0,391 olarak saptanmıştır. Depremden etkilenen iller arasında 2021 yılında hanehalkı kullanılabilir gelirine göre Gini katsayısının, yani gelir eşitsizliğinin en yüksek olduğu iller, Adana-Mersin alt bölgesindedir (0,382). Diğer illerin bulunduğu alt bölgeler ise şu şekilde,dir: Hatay-Kahramanmaraş-Osmaniye alt bölgesi 0,379; Şanlıurfa-Diyarbakır alt bölgesi, 0,362; Gaziantep-Adıyaman, Kilis alt bölgesi 0,348; Malatya-Elazığ-Bingöl-Tunceli alt bölgesi 0,297.

#### 7.3.6. Afet sonrasındaki tüm politika ve uygulamalarda toplumsal cinsiyet eşitliği sağlanmalıdır

Dünya ölçeğindeki toplumsal cinsiyet eşitliği endekslerinde, eğitim ve sağlıkla ilgili faktörlere kıyasla Türkiye'nin sıralamadaki yerini özellikle aşağı çeken faktörler kadınların ekonomik üretim faaliyetlerine düşük katılımı, ekonomik kaynaklara düşük erişimiyle (mülkiyet sahipliği dahil), siyasal örgütlenmeye ve karar alma mekanizmalarına düşük katılımıdır. Bu sorunlar depremden etkilenen illerde de genel olarak izlenmektedir.

AB ülkelerinde kadın istihdam oranı 2021 yılında %66 iken (Eurostat.b, tarih yok), TÜİK verilerine göre Türkiye genelinde 2022 son çeyreği itibariyle (Ekim-Aralık) kadınların işgücüne katılımı %36,2, istihdam oranı %31,3, işsizlik oranı ise %13,6 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2023b). Aynı dönemde Türkiye genelinde erkeklerin işgücüne katılımı %71,9, istihdam oranı %65,8, işsizlik oranı %8,5 olarak kaydedilmiştir. Kırsal alanda, kadınların ücretsiz aile işçisi olarak ekonomik faaliyete katılımı yaygındır. 2019 yılında tarım sektöründe istihdam edilen kadınların %79,9'u ücretsiz aile işçisi iken, erkeklerin %67'si kendi hesabına çalışan kategorisindedir (Şenel, 2022).

Taşöz Düşündere vd (2020) tarafından oluşturulan eğitim, sağlık, ekonomi, siyasal katılım verilerini baz alan Türkiye toplumsal cinsiyet eşitliği endeksinde 81 il içinde Osmaniye (19), Adana (22), Hatay (28), Diyarbakır (33) Türkiye ortalamasının üzerinde yer almaktadır. Adıyaman (66), Kahramanmaraş (52), Gaziantep (39), Kilis (54), Malatya (48) ise Türkiye toplumsal cinsiyet eşitliği endeksinin ortalamasının altında bulunmaktadır. Bu iller içinde sadece Kilis'te kadınların ekonomik faaliyete katılımı oranı Türkiye ortalamasının üzerindedir. Depremden etkilenen illerde toplumsal cinsiyet eşitliği açısından kadınların karar alma mekanizmalarına katılımda dezavantajlı oluşu ve ekonomik faaliyete katılan kadın oranının düşüklüğü göz önüne alındığında deprem sonrası süreçte kadınların toplumsal, siyasal ve ekonomik olarak daha da dışlanmaları riski bulunmaktadır. Bir başka toplumsal cinsiyet eşitliği endeksi çalışması nüfusu 100 binin üzerinde olan 234 il veya ilçe merkezli eğitim, sağlık, siyasal ve ekonomik katılım verilerine bakmıştır (Şeker, vd.). Buna göre geliştirilen toplumsal cinsiyet eşitliği endeksinde, Hatay ilinden ilk 50 ilçe arasında Defne (38) ve Samandağ (50), ilk 150 ilçe arasında Antakya (145) ve İskenderun (146) bulunmaktadır. Adana'dan ise ilk 50'de Çukurova (32) ve ilk 150'de Yüreğir, (136) ve Sarıçam (143) ilçeleri yer almaktadır (Şeker vd., 2020). Toplumsal cinsiyet eşitliğindeki ilerleme genel olarak sosyo-ekonomik kalkınmaya paralel gözlemlenirken, Hatay'ın bazı ilçelerinde görüldüğü gibi sosyo-kültürel faktörler de belirleyici rol oynayabilmektedir.

Bu anlamda göreli olarak toplumsal cinsiyet eşitlikçi bir doku ortaya koyan yerleşim yerlerinin bu dokularının deprem sonrası süreçten olumsuz olarak etkilenmemeleri sağlanmalı ve depremden etkilenen bütün bölgede toplumsal cinsiyet eşitliğinin desteklenerek kadınların toplumsal dayanıklılığı ve karar alma süreçlerine katılımı desteklenmelidir.

### 7.3.7. Toplumun kırılgan kesimlerine yönelik özel çalışmalar yapılmalıdır

Nüfusun kırılgan kesimlerini oluşturan çocuk, yaşlı, engelli, azınlık ve kadınlara yönelik hem mevcut durumu ortaya koyan hem de gelecek inşası kapsamında çalışmalar yapılması önemlidir. Örneğin mevcut durumu saptamada kullanılan sosyal kırılganlık endekslerinde yaşlı nüfusa yeterince yer verilmesi gerekmektedir. Geliştirilen Sosyal Kırılganlık Endekslerinin yaşlı nüfusa göre uyarlanmasını öneren Chau vd. (2014), Hong Kong and New York kentlerinde daha önce yapılan çalışmalardan yola çıkarak, yaşlı nüfusunun büyüklüğü, kurumsallaşma, yoksulluk, yalnız yaşama, engellilik, birinci basamak sağlık hizmetlerine erişim ve iletişim engelleri olmak üzere yedi alanda yaşlı nüfusun acil durumlara ve afetlere karşı kırılganlığını değerlendiren bir endeks geliştirmiştir. Yapılan çalışmalar yaşlı insanların bu zor olaylara karşı dirençli olabilmelerinde aile desteği ve sosyal desteğin özellikle önemli olduğunu göstermiştir (Heppenstall vd., 2013).

Bunun yanında toplumun yeniden inşasında eğitime erişim ve olanaklarının eşitlikçi bir anlayışla ele alınması, gözetilmeye ve korunmaya muhtaç çocuk nüfusu bağlamında önem taşımaktadır (Mayer, 2014). Ailesini kaybeden çocuklar için gerek devlet gerekse sivil toplum desteğine ayrı bir özen gösterilmelidir. Kırılgan kesimlerin tanımlanması sırasında eğitim çağında çocukları olan ailelere önem verilmesi ve bu ailelerin afet sonrasında çocukların eğitimi için ayırabildiği kaynakların yakından takip edilmesi de önem taşımaktadır (Green ve Miles, 2011). Üniversite eğitimindeki gençlerin eğitime devam edebilmesi, eğitimin niteliğinin düşürülmemesi ve depremzedelere dönük yardım ve önlemlerin yeni mağduriyetler yaratmadan planlanması ve hayata geçirilmesi de kırılgan kesimlerin korunmasında yardımcı olacak yaklaşımlardır.

Diğer bir kırılgan kesimi oluşturan kadınların hayata tutunabilmesi için yol gösterici veya kapasite arttırıcı çalışmalar yapılması yerinde olacaktır. Örneğin Pakistan'ın 2005 Balakot depreminden etkilenen bölgelerinde kırsal kesimden 1055 kadınla gerçekleştirilen toplum temelli öğrenme sürecinin kırsal kesimdeki kadınların tarımdaki ve evdeki rollerinin yanı sıra hane gelirine katkılarını değiştirmede etkili olduğu bulundu. Ayrıca, geçim kaynaklarının yeniden canlanmasında katkı sağlayan bilgi, farkındalık, güven, kişisel farkındalık, tarımsal uygulamalar, sosyal etkileşimleri de geliştirdiği görüldü (Yasmin, Khattak ve Ngah, 2013). Sosyal sermayeyi "karşılıklı yarar için koordinasyon ve iş birliğini kolaylaştıran ağlar, normlar ve sosyal güven gibi özellikleri olan sosyal organizasyonlar" olarak tanımlayan Ganapati (2012), 1999 Marmara Depremi sonrası yapılan çalışma ile Gölcük'teki sosyal sermayenin, bölgede kurulan kadın odaklı sivil ağların, afet sonrasında kadınlara fayda sağladığını, çünkü bu ağların doğası gereği tedavi edici olduğunu, hayatta kalan kadınların güç kazanmasına yardımcı olduğunu belirtmektedir. Gerek kendi coğrafyamızdan gerekse diğer coğrafyalardan edinilen deneyimlerin toplumun kırılgan kesimlerine destek için kullanılması yerinde olacaktır.

Afetler, kadın ve kız çocuklarının çok boyutlu risklerle (istenmeyen gebelik, okulu bırakma, şiddet, yoksulluk gibi) karşı karşıya kaldığı durumlar olarak kısa, orta ve uzun vadede toplumsal cinsiyet odaklı politikaların uygulanmasını gerektirmektedir (UNFPA, 2015). Genel olarak şiddet, özel olarak kadına karşı şiddette olası artış deprem sonrası süreçte risklerden biri olarak azami dikkatle ele alınmalı ve şiddeti önleyici politikalar uygulanmalıdır

### 7.3.8. Mülkiyet haklarının yeniden düzenlenmesinde hukuk ve adalet tesis edilmelidir

Türkiye'de, arazi ve yapı mülkiyetinin güvenliği, sosyal güvenliğin ve bireysel tasarrufun en önemli unsurlarından biri olduğu için, birey ve hanehalklarının yaşamında merkezi önemdedir. Deprem bölgesinde konut ve işyerlerinin yıkılmış olması ve bunların yeniden inşasının hangi plan ve hukuksal düzenlemelere göre yapılacağı konusunda şu andaki belirsizlik, depremin ilk yaraları sarıldıktan sonra, toplumun yüzleşeceği en büyük sorun alanlarından biridir. Türkiye kentlerinde mevcut yapılaşma çeşitli mülkiyet sorunları üzerinde yükselmiştir. Kamu arazisi veya ihtilaflı arazi üzerinde yapılmış yapılar, imar plan ve yönetmeliklerine aykırı yapı ve yapı bölümleri, yapı malikleri arasındaki ihtilaflar yaygındır. Depremden sonra yenilenmesi gereken kadastro ve imar uygulamaları ile konut ve işyerlerinin üretimi bu ihtilaflı alan üzerinde yapılacaktır. Yeni uygulamaların, mülkiyet hakkının başka alana transferi, mülkiyet toplulaştırması gibi kapsamlı değişiklikleri içereceği ve mülkiyet güvenliği olmayan kesimleri dışarda bırakacağı tahmin edilebilir. Bu uygulamaların adaletli olması, yalnız hukuksal değil toplumsal açıdan da hak kayıplarına yol açmaması, yoksul ve zayıf kesimleri gözetmesi, toplumsal refah ve barış ve depremin toplumsal etkilerinin azaltılması açısından çok önemlidir.

### 7.3.9. Kentlerin yeniden inşasında ve kalıcı barınmaya yönelik karar süreçlerinde tüm toplumsal kesimlerin katılımı sağlanmalı, buna yönelik kurumsal yapılar geliştirilmelidir

Dünyadan örnekler, afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde, halkın katılımının sağlanmasına yönelik mekanizmalarda eksiklik olduğunu göstermektedir (Khazai vd., 2006). Tsunami sonrası Sri Lanka'daki uygulamaları araştıran Khazai vd (2006: 841), yerel yönetimlerin de bu sürece aktif olarak katılacak kaynaklara ve yetkiye sahip olmadıklarını, dolayısıyla, çoğunlukla yerel düzeyde uygulanan bazı toplum odaklı yaklaşımlar dışında, yerel paydaşların yeniden yapılanmada fazla söz hakkı olmadığına işaret etmektedir. Deprem sonrasında kalıcı konutların, iş yerlerinin ve toplumsal donatıların ülkede deprem öncesinde var olan mekanizmalar aracılığıyla üretilmesi durumunda paydaşların katılımı konusunda sorunlar ortaya çıkabilecektir. Türkiye'de üst ve üst-orta gelir gruplarına yönelik kentsel yapılı çevre, piyasa mekanizması içinde, mülk sahipleri ve yapı üreticilerinin girişimiyle sağlanabilirken, orta ve alt-orta gelir gruplarına yönelik yapılı çevre, ya maliyetleri düşüren enformel ilişkilerle ya da merkezi ve yerel yönetimlerin konut ve toplumsal donatı üreten kuruluşları yönetiminde gerçekleştirilmektedir. Deprem nedeniyle yaşanan servet ve gelir kaybı sonucunda, devlet kuruluşları yönetiminde üretilecek konut ve işyerlerine daha geniş bir toplum kesiminin ihtiyaç duyacağı tahmin edilebilir. Bu kapsamda, başta TOKİ olmak üzere merkezi devlet kuruluşları tarafından alınacak kentsel gelişme ve toplu konut kararlarına yerel paydaşların nasıl katılacağı konusu çözüme kavuşturulmalıdır. Bu yönde kurumlar oluşturulmalıdır. Bu, yerel doğal koşullara, yerel halkın ekonomik ihtiyaçlarına ve kültürel dokusuna uygun kentlerin yaratılması için çok önemlidir.

### 7.3.10. Yeniden yerleştirme müdahalelerinde toplulukların geçim kaynaklarının, iş ve toplumsal ilişki ağlarının bütünlüğü gözetilmelidir

Khazai vd (2006: 840), 2004 Hint Okyanusu Tsunami'sinden sonra Sri Lanka'da yapılan yeniden inşaa uygulamalarında, toplulukların geçim kaynaklarından uzak yerlere yerleştirilebildiğini göstermektedir. Büyük bir nüfusun ve çok sayıda yapının etkilendiği 6 Şubat Depremlerinde yeniden yerleştirme müdahaleleri kaçınılmazdır. Bu müdahaleler köy veya mahalle topluluklarının geçim kaynakları, iş ve toplumsal dayanışma ağları, ortak tarih, kültür, etnik veya dinsel kimlik gibi faktörlere dayalı bütünsellikleri olduğu göz önüne alınarak tasarlanmalıdır. Yeni inşa edilecek konut alanları yalnız barınak değil birer yaşam ortamı olarak ele alınmalıdır.

### 7.4. Değerlendirme

Deprem sonrası uygulamalarda toplumsal değişimin gözetilmesi ve deprem öncesi sosyo-ekolojik sorunları gidermeye yönelik hedefler koyulması gerekmektedir.

Yaşanan deprem gibi afetler hem önceden var olan toplumsal ilişkilerden kaynaklanan sonuçlar ortaya koymakta hem de sosyo-ekolojik sistemlerde daha fazla değişimi hızlandırmakta veya tetiklemektedir (Pelling ve Dill, 2010). Yani bu deprem sonrasında bir sosyal öğrenme, anlama süreci tasarlanırken bir yandan da bölgenin geleceğinin planlandığı çalışmalarda hem geçmiş sorun ve eşitsizliklerin giderilmesine yönelik hem de güncel gelişmeleri yansıtacak bir yaklaşım ortaya konması önem taşımaktadır.

Deprem sonrası iyileştirme ve yeniden yapılanmanın sağlıklı temellere oturtulabilmesi için detaylı toplumsal çalışmalara ve zamana ihtiyaç vardır.

Başta da belirtildiği üzere, deprem sonrasındaki süreç depremin hemen sonrasındaki kurtarma-geçiş dönemi ve orta-uzun vadeye yayılan kapsamlı inşa dönemi olarak iki aşamaya ayrılabilir. Her aşamanın öne çıkan, kendine mahsus konuları bulunmaktadır. Bu konuların toplumun geleceğini etkilemesi nedeniyle hassasiyetle ele alınıp, çalışmaların da aynı şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Özellikle gelecekteki toplumun yeniden yapılanmasına yönelik konularda bölgenin toplumsal özelliklerini sahada birebir anlayacak ve yereli de içine alan politika üretme süreçleri tasarlanmalıdır. Dolayısıyla toplumsal etkileri ve politikaları belirlemede aceleci davranmanın getireceği sorunlarla karşılaşmamak için zamana yayılan, kapsayıcı çalışmaların yapılabilmesi için ortam yaratılmalıdır.

Depremin toplumsal etkileri, ancak, bütün paydaşların katılımını sağlayacak kurumsal mekanizmaların oluşturulması ile giderilebilir ve toplumsal uzlaşıya dayalı, olumlu sonuçlara varılabilir.

Paydaşlar arasında, depremzedeler ve alt-grupları, bölge halkı, ulusal ve uluslararası sivil toplum kuruluşları, profesyonel örgütler, üniversiteler, sendikalar, medya ve özel sektör kuruluşları, yerel yönetimler ve merkezi yönetimin çeşitli organları sayılabilir. Afetin ilk yaralarının sarılmasında, geçiş dönemindeki müdahalelerin yapılmasında ve kalıcı yeniden yapılanma sürecinde bu paydaşların katkı sağlaması, ihtiyaç ve taleplerini ortaya koyması, çelişkilerin müzakere edilmesi ve kapasitelerin birleştirilerek sinerji yaratılması için çeşitli alanlarda kurumsal mekanizmalar oluşturularak ilerlenmelidir. Geçici barınma alanlarının yönetilmesi, afet yardımlarının sağlanması ve dağıtılması, çocuk, yaşlı, hasta, engelli bakım kapasitelerinin kurulması, kırılgan grupların desteklenmesi, geçici yaşamın iyileştirilmesi sürecinde çatışma ve toplumsal kutuplaşmanın hukuk, adalet ve toplumsal uzlaşı kapsamında müzakere edilmesi tüm paydaşların katılımını sağlayan mekanizmalar aracılığıyla yürütülmesi gereken alanlar arasındadır. Toplumsal yaşamın kalıcı olarak yeniden kurulması için yapılacak uygulamalarda, kısmen yeniden kurulacak olan kentler hakkında ekolojik-toplumsal-mekânsal stratejilerin oluşturulması, imar planlama faaliyetleri, kalıcı konut ve iş alanlarının planlanması, köy yerleşmelerinin yeniden inşaası için yapılacak düzenlemeler için de benzer mekanizmalar oluşturulmalıdır. Bu mekanizmaların oluşturulması için, Türkiye'de son yirmi yıldaki afetlerde yaşanan olumlu ve olumsuz deneyimlere başvurmak yararlı olacaktır.

***Kaynaklar***

*A.A. (2023). "Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığından deprem nedeniyle nakledilen yaşlı ve engellilere ilişkin açıklama"- Orhan Onur Gemici, 15 Şubat 2023: https://www.aa.com.tr/tr/gundem/aile-ve-sosyal-hizmetler-bakanligindan-deprem-nedeniyle-nakledilen-yasli-ve-engellilere-iliskin-aciklama/2821000. (Son erişim tarihi: 23.02.2023).*

*Alam, K., ve Rahman, M. H. (2014). Women in natural disasters: A case study from southern coastal region of Bangladesh. International Journal of Disaster Risk Reduction, 8: 68-82. doi:10.1016/j.ijdrr.2014.01.003.*

*Akşit, B. Serdar, A ve Tabakoğlu, B. (2002). Sivil Toplum ve Katılımın Güçlendirilmesinde Sivil Toplum Kuruluşlarının Rolü, Tübitak Araştırma Projesi.*

*BBC (2023). "Afetzede kadınlar: 'Sorunlarımız büyük, ihtiyaçlarımız karşılanmıyor, güvende hissetmiyoruz"-Çağıl Kasapoğlu ve Fundanur Öztürk, 17 Şubat 2023: https://www.bbc.com/turkce/articles/cld779nkx4qo. (Son erişim tarihi: 23.02.2023).*

*Bhamra, R., Dani, S. Ve Burnard, K. (2011). Resilience: The concept, a literature review and future directions, International Journal of Production Research, 49(18): 5375–5393.*

*Birleşmiş Milletler (tarih yok). Facts and Figures: Humanitarian Action, https://www.unwomen.org/en/what-we-do/humanitarian-action/facts-and-figures. (Son erişim tarihi: 22.02.2023).*

*Calabrese, J. (2020). Unnatural" Disasters and Injustice in The Indian Riskscape: Unleashing Youth Potential, Asian Affairs, 51(4): 913-936. doi:10.1080/03068374.2020.1834798.*

*Chau, P. H., Gusmano, M. K., Cheng, J., Cheung, S. H., & Woo, J. (2014). Social Vulnerability Index for the Older People-Hong Kong and New York City as Examples. Journal of Urban Health-Bulletin of the New York Academy of Medicine, 91(6): 1048-1064. doi:10.1007/s11524-014-9901-8*

*Crowley, J. (2021). Social Vulnerability Factors and Reported Post-Disaster Needs in the Aftermath of Hurricane Florence. International Journal of Disaster Risk Science, 12: 13–23.*

*Derakhshan, S., Hodgson, M. E., ve Cutter, S. L. (2020). Vulnerability of populations exposed to seismic risk in the state of Oklahoma, Applied Geography, 124. doi:10.1016/j.apgeog.2020.102295*

*De Juan, A., J. Pierskalla, &E. Schwarz. (2020). Natural disasters, aid distribution, and social conflict - Micro-level evidence from the 2015 earthquake in Nepal, World Development, 126:104715. doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104715.*

*De Silva, M. W. A. (2009). Ethnicity, politics and inequality: Post-tsunami humanitarian aid delivery in Ampara District, Sri Lanka. Disasters, 33(2): 253–273.*

*Demiroz, F. ve Hu, Q. (2014). The role of nonprofits and civil society in post-disaster recovery and development. İçinde Kapucu, N. and Liou, K. (der.) Disaster and Development. Cham: Springer, 317–330.*

*Izdebski, A., Mordechai, L., & White, S. (2018). The Social Burden of Resilience: A Historical Perspective. Human Ecology, 46(3): 291-303. doi:10.1007/s10745-018-0002-2*

*Eurostat.a. (tarih yok). Gini coefficient of equivalised disposable income.https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tessi190/default/table. (Son erişim tarihi: 26.02.2023).*

*Eurostat.b (tarih yok). Employment Patterns, https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/womenmen/bloc-2b.html?lang=en. (Son erişim tarihi: 26.02.2023).*

*Evrensel (2021). "Türkiye'nin On Yıllık Kadın Cinayetleri Haritası: En Az 2534 Kadın Öldürüldü", 25 Kasım 2021: https://www.evrensel.net/haber/448712/turkiyenin-10-yillik-kadin-cinayetleri-haritasi-en-az-2534-kadin-olduruldu. (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*Fothergill, A., ve Peek, L. A. (2004). Poverty and disasters in the United States: A review of recent sociological findings. Natural Hazards, 32:89-110.*

*Ganapati, N. E. (2012). In Good Company: Why Social Capital Matters for Women during Disaster Recovery, Public Administration Review, 72(3): 419-427. doi:10.1111/j.1540-6210.2011.02526.x*

*Geale, S. K. (2012) The Ethics of Disaster Management. Disaster Prevention and Management, 21 (4): 445-462.*

*Giuliani, A. R., Mattei, A., Santilli, F., Clori, G., Scatigna, M., ve Fabiani, L. (2014). Well-Being and Perceived Quality of Life in Elderly People Displaced After the Earthquake in L'Aquila, Italy, Journal of Community Health, 39(3): 531-537. doi:10.1007/s10900-013-9793-7.*

*Green, R., ve Miles, S. (2011). Social Impacts of the 12 January 2010 Haiti Earthquake. Earthquake Spectra, 27: 447-462. doi:10.1193/1.3637746*

*Habertürk (2023). "Depremde refakatsiz kalan çocuklar için sorgu ekranı açıldı", 22 Şubat 2023: https://www.haberturk.com/son-dakika-depremde-refakatsiz-kalan-cocuklar-icin-sorgu-ekrani-acildi-3567721. (Son erişim tarihi: 23.02.2023)*

*Heppenstall, C. P., Wilkinson, T. J., Hanger, H. C., Dhanak, M. R., ve Keeling, S. (2013). Impacts of the Emergency Mass Evacuation of the Elderly From Residential Care Facilities After the 2011 Christchurch Earthquake, Disaster Medicine and Public Health Preparedness, 7(4): 419-423. doi:10.1017/dmp.2013.47*

*Hürriyet (2023a). "1 Milyon Depremzede Göç Etti", 24 Şubat 2023: https://www.hurriyet.com.tr/gundem/1-milyon-depremzede-goc-etti-42224591. (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*Hürriyet (2023b). "Mersin'de Depremin Ardından Nüfus %40 Arttı", 23 Şubat 2023: https://www.hurriyet.com.tr/gundem/mersinde-ev-kiralari-yukseldi-emlak-dernegi-baskani-tepki-gosterdi-elinizi-vicdaniniza-koyun-42224129. (Son erişim tarihi: 25.02.2023.*

*İçişleri Bakanlığı Göç İdaresi Başkanlığı (2023), Geçici Koruma, 2 Şubat 2023: https://www.goc.gov.tr/gecici-koruma5638. (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*Jalali, R. (2002). Civil Society and the State: Turkey after the Earthquake, Disasters, 26: 120–39.*

*Kang, S.H. ve Skidmore, M. (2018). The effects of natural disasters on social trust: Evidence from South Korea, Sustainability, 10, 2973. doi:10.3390/su10092973.*

*Khazai, B. vd. (2006). 'Post-December 2004 tsunami reconstruction in Sri Lanka and its potential impacts on future vulnerability', Earthquake Spectra, 22(SUPPL. 3): 829–844. doi:10.1193/1.2204925.*

*Kovács G ve Spens, K. M. (2007). Humanitarian logistics in disaster relief operations, International Journal of Physical Distribution of Logistic Management, 37(2):99–114.*

*Lindell, M. K. (2013). Disaster studies, Current Sociology, 61(5-6): 797-825. doi:10.1177/0011392113484456.*

*Luna, K. C., ve Hilhorst, D. (2022). Gendered experience of disaster: Women's account of evacuation, relief and recovery in Nepal, International Journal of Disaster Risk Reduction, 72. doi:10.1016/j.ijdrr.2022.10284.*

*Manyena, S. B. (2006). The concept of resilience revisited, Disasters, 30(4): 433–450.*

*Matsubayashi, T., Sawada, Y., ve Ueda, M. (2013). Natural disasters and suicide: Evidence from Japan, Social Science & Medicine, 82: 126-133. doi:10.1016/j.socscimed.2012.12.021*

*Mayer, L. (2014). Schooling System, Earthquakes and Beyond. The Chilean Experience of 2010, Iberoamericana, 14(55): 147-162.*

*Mimarlar Odası (2023). 6 Şubat 20223 Depremleri Tespit ve Değerlendirme Raporu, 23 Şubat 2023: https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/mo06022023depremtespit.pdf. (Son erişim tarihi: 23.02.2023)*

*Maldonado, A., Collins, T. W., ve Grineski, S. E. (2016). Hispanic Immigrants' Vulnerabilities to Flood and Hurricane Hazards in Two United States Metropolitan Areas. Geographical Review, 106(1): 109-135. doi:10.1111/j.1931-0846.2015.12103.x.*

*Moreno, J., ve Shaw, D. (2018). Women's empowerment following disaster: A longitudinal study of social change, Natural Hazards, 92: 205–224.*

*Olshansky, R.B., Nakabayashi, I. ve Ohnishi, K. (2006) 'Socioeconomic, Policy, and Planning Aspects of the 2004 Niigata Ken Chuetsu Earthquake', Earthquake Spectra, 22(1_suppl): 163–175. doi:10.1193/1.2172281.*

*Özdamar, L ve Ertem, M. A. (2015). Models, solutions and enabling technologies in humanitarian logistics, European Journal of Operation Research, 244 (1):55-65.*

*Parkinson D ve Zara C. (2013). The hidden disaster: domestic violence in the aftermath of natural disaster, Australian Journal of Emergency Management, 28:28–35.*

*Paton, D., Smith, L., ve Violanti, J., (2000). Disaster response: risk, vulnerability and resilience, Disaster Prevention and Management, 9 (3): 173–180.*

*Pelling, M ve Dill, K (2010). Disaster Politics: Tipping Points for Change in the Adaptation of Sociopolitical Regime", Progress in Human Geography, 34(1): 21–37.*

*Pfister, S. V., ve de Jong, E. B. P. (2022). Entangled with Mother Nature through Anthropogenic and Natural Disasters. Religions, 13(4). doi:10.3390/rel13040341.*

*Pongponrat, K. ve Ishii, K. (2018). Social Vulnerability of Marginalized People in Times of Disaster: Case of Thai Women in Japan Tsunami 2011, International Journal of Disaster Risk Reduction, 27 (March):133-141.*

*Rhiney, K. (2020). Dispossession, Disaster Capitalism, and the post-hurricane context in the Carribean, Political Geography, 78: 1-3.*

*Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2022). SEGE 2022 İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması. Ankara.*

*Sandoval, V., Gonzalez-Muzzio, C., Villalobos, C., Sarmiento, J.P. ve Hoberman, G. (2020). Assessing Disaster Capitalism in Post-Disaster Processes in Chile: Neoliberal Reforms and the Role of the Corporate Class, Disaster Prevention and Management, 29 (6): 831-847.*

*Shrestha, K. K., Bhattarai, B., Ojha, H. R., ve Bajracharya, A. (2019). Disaster justice in Nepal's earthquake recovery. International Journal of Disaster Risk Reduction, 33: 207-216. doi:10.1016/j.ijdrr.2018.10.006.*

*Şenel, D. (2022) Tarım Sektöründe İstihdamın Yapısal Analizi, Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (26):233-253.*

*Serdar, A. (2002). Civil Society Organizations (CSOs) in Turkey: Relations with the State and the Case of Marmara Earthquake from the Perspective of CSOs, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.*

*Shaw, R., Izumi, T. (2014). Civil society and disaster risk reduction: An Asian overview. İçinde: Shaw, R., ve Izumi, T. (der.). Civil society organizations and disaster risk reduction: The Asian dilemma. Springer, ss. 1–13.*

*Simpson, E. (2008). Was There Discrimination in the Distribution of Resources after the Earthquake in Gujarat? Imagination, Epistemology and the State in Western India, NGPA Research Paper 23, LSE.*

*Şeker, M. Akduran, Ö. Saldanlı, A. ve Bektaş, H. (2020). İlçe Düzeyinde Toplumsal Cinsiyet Eşitliği Endeksi- Türkiye, 81 İl, 234 İlçe. Yanındayız Derneği.*

*Taşöz Düşündere, A, Kavas Bilgiç A. ve Avşar, İ. (2020). 81 İlde Türkiye'nin Toplumsal Cinsiyet Eşitliği Karnesi. Ankara: TOBB& TEPAV.*

*Thurston AM, Stöckl H, Ranganathan M. (2021) Natural hazards, .disasters, and violence against women and girls: a global mixed methods systematic review, BMJ Glob Health 6: e004377.doi:10.1136/bmjgh-2020-004377.*

*True, J. (2013). Gendered violence in natural disasters: Learning from New Orleans, Haiti and Christchurch. Aotearoa New Zealand, Social Work, 25(2): 78-89.*

*TÜİK (2022a). "Nüfus ve Konut Sayımı, 2021", 19 Aralık 2022, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-ve-Konut-Sayimi-2021-45866. (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*TÜİK (2022b). "İşgücü İstatistikleri, 2021", 23 Mart 2022, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-2021-45645. (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*TÜİK (2022c). "İç Göç İstatistikleri, 2021", 28 Aralık 2022, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ic-Goc-Istatistikleri-2021-45869. (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*TÜİK (2022d), Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması Bölgesel Sonuçları. Bölgeler için ayrı hesaplanan yoksulluk sınırına göre göreli yoksul sayıları ve yoksulluk oranı. Eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirine göre bölgesel yoksul sayıları ve yoksulluk oranları, 2014-2021, 12 Mayıs 2022 https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=gelir-yasam-tuketim -ve- yoksulluk-107&dil=1 (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*TÜİK (2022e) Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması Bölgesel Sonuçları. Türkiye için hesaplanan yoksulluk sınırına göre göreli yoksul sayıları ve yoksulların oranı. Satınalma Gücü Paritesi (SGP) kullanılarak ve kullanılmadan Türkiye için hesaplanan gelire dayalı göreli yoksulluk sınırına göre bölgesel yoksul sayıları ve yoksulların oranı, 2014-2021, 12 Mayıs 2022 https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=gelir-yasam-tuketim-ve- yoksulluk-107&dil=1 (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*TÜİK (2022f) TÜİK, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması Bölgesel Sonuçları. Eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirine göre sıralı yüzde 20'lik gruplar itibarıyla yıllık eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirinin dağılımı, 2014-2021, 12 Mayıs 2022, https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=gelir-yasam-tuketim-ve-yoksulluk-107&dil=1 (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*TÜİK (2023a) Yıllara göre il nüfusları, 2000-2022, 6 Şubat 2023, https://data.tuik.gov.tr/ Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109 (Son erişim tarihi: 25.2.2023).*

*TÜİK (2023b). "İşgücü Girdi Endeksleri, IC. Çeyrek: Ekim-Aralık, 2022", 17 Şubat 2023: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-IV.-Ceyrek:-Ekim---Aralik,-2022-49385. (Son erişim tarihi, 25.02.2023).*

*Türk Tabipler Birliği (2023a). Olağandışı Durumlarda Hızlı Değerlendirme ve Müdahale Ekibi Adıyaman Değerlendirme Raporu, 20 Şubat 2023: https://www.ttb.org.tr/userfiles/files/adiyaman_rapor_20subat2023.pdf. (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*Türk Tabipler Birliği (2023b). Olağandışı Durumlarda Hızlı Değerlendirme ve Müdahale Ekibi Kahramanmaraş Değerlendirme Raporu, 16 Şubat 2023: https://www.ttb.org.tr/userfiles/files/kahramanmaras_rapor_16022023son.pdf. (Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*Türk Tabipler Birliği (2023c).Olağandışı Durumlarda Hızlı Değerlendirme ve Müdahale Ekibi Antakya, Samandağ, Defne İlçeleri (Hatay) Değerlendirme Raporu, 10-13 Şubat 2023: https://www.ekolojipolitik.com/wp-content/uploads/2023/02/hatay_10-13subat_on_degerlendirme_raporu_SON-1.pdf.(Son erişim tarihi: 25.02.2023).*

*Uekusa, S ve Matthewman, S.  (2017). Vulnerable and resilient? Immigrants and refugees in the 2010–2011 Canterbury and Tohoku disasters, International Journal of Disaster Risk Reduction, 22: 355-361.*

*UNFPA (2015). Shelter from The Storm; A Transformative Agenda for Women and Girls:https://www.unfpa.org/sites/default/files/sowp/downloads/State_of_World_Population_2015_EN.pdf. (Son erişim tarihi, 25.02.2023).*

*Wachtendorf, T., Kendra, J. M., Rodriguez, H., ve Trainor, J.(2006). The social impacts and consequences of the December 2004 Indian Ocean Tsunami: Observations from India and Sri Lanka, Earthquake Spectra, 22(3), 693–714.*

*Weitzman, A. ve Behrman, J. A. (2016) "Disaster, Disruption To Family Life, And Intimate Partner Violence: The Case Of The 2010 Earthquake in Haiti, Sociological Science, 3: 167-189.*

*Wilson, G. A. (2013). Community resilience, social memory and the post-2010 Christchurch (New Zealand) earthquakes, Area, 45(2): 207-215. doi:10.1111/area.12012.*

*Yasmin, T., Khattak, R., ve Ngah, I. (2013). Facilitating Earthquake-Affected Rural Women Communities Toward Sustainable Livelihoods and Agriculture, Agroecology and Sustainable Food Systems, 37(5): 592-613. doi:10.1080/21683565.2012.762637.*

*Zhang, Y. (2010). Residential Housing Choice in a Multihazard Environment: Implications for Natural Hazards Mitigation and Community Environmental Justice, Journal of Planning Education and Research, 30(2): 117-131. doi:10.1177/0739456x10381386.*

# 8. Doğal Afetler, Psikolojik Etkileri ve Önlemleri

Dr. Engin Büyüköksüz ve Uzman Psikolog Duygu Şahan Sağır

### 8.1.1. Giriş

6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşen art arda 7.8 ve 7.7 büyüklüğünde iki deprem 10 ilde yaşayan yaklaşık 13 milyon kişi tarafından deneyimlenmiştir (arama kurtarma faaliyetlerinde enkazdan kurtarılan, depremi deneyimleyen kişiler birincil deneyimleyenler). Deprem sonrası ulusal ve uluslararası yardım kuruluşları, kurtarma ekipleri, sağlık görevlileri ve güvenlik güçleri olmak üzere yaklaşık dört yüz bin kişi sahada çalışmaktadır. Depremin etkilerinin acil olarak azaltılması için verilen hizmetlerde ikincil travma deneyimler oluşmuştur. Arama kurtarma faaliyetleri için sunulan yardım hizmeti televizyonda uzun süreli yayınlanmaya devam etmektedir. İzleyen kişiler de düşünüldüğünde üçüncü travma deneyimi oluşmuştur. Bu süreç, depremi deneyimleyenden başlayarak tüm Türkiye'yi etkilemiştir.

Deprem gibi doğal afetlerin (yangın, tsunami, hortum, sel, çığ ve diğerleri) insanlar üzerindeki fiziksel, duygusal ve psikolojik etkileri hem bireysel hem de toplumsal olabilir (Fondren, Lawson, Speidel, McDonnell & Valentino, 2020). Bu doğal afet, insanların hayatlarında büyük kayıplara ve travmalara neden olabilir. Yıkılan evler, kaybedilen aile üyeleri ve dostlar, iş kayıpları gibi olaylar, insanların yaşamını olumsuz yönde etkileyebilir. Bu tür kayıplar, bireylerin ve toplumların psikolojisini derin etkiler bırakabilir (Karatay, 2020; Maynard, Farina, Dell & Kelly, 2019).

Deprem, insanların kendilerini güvende hissetmelerini engeller ve kaygıya neden olabilir. Deprem sırasında kişiler doğal olarak dehşet, korku, panik ve şaşkınlık gibi duygular yaşayabilirler. Bu deneyimler yetişkinler için orta ve uzun vadede kaygı, depresyon ve travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) gibi psikolojik sorunlar yaşamalarına neden olabilir. Ancak çocuklar için travma sonrası stres, belirtinin klinik bir rahatsızlık düzeyine ulaşmadan uzun sürebileceğini ve yaşamını etkileyebileceğini göstermektedir (Tatlıdil, 2019)

### 8.2.1. Psikolojik İlk Yardım

Bir olayda profesyonel ilkyardımın yanı sıra yapılabilecek en önemli katkı psikolojik ilkyardım (PİY) ve destektir. PİY; yakın bir zamanda ciddi bir kriz durumuna maruz kalmış insanlar içindir. Çocuklara ve yetişkinlere uygulanabilir. Her çeşit gelişim dönemine beceriler adapte edilebilir. Amaç insanlara hemen yardım etmeye başlamak olduğu için ilk temastan itibaren sağlanmaya başlanabilir. Bununla birlikte; kriz yaşantısı deneyimleyen her birey bu desteğe ihtiyaç duymayabilir veya bu desteği istemeyebilir. Yardım istemeyen kişiler için destek istediklerinde ulaşılabilir olmak ve kişileri zorlamamak uygun bir yoldur.

Esas yapılması gereken; izlemek, dinlemek ve bağ kurmaktır. Profesyonel yardımdan önce kazazedeyi sakinleştirmek, kısa süre de olsa yardımcı olmak, yalnız bırakmamak, güven vermek önemlidir. Psikolojik ilkyardımın genel ilkeleri şöyle özetlenebilir:

• İnsanların temel ihtiyaçlarını karşılamalarına yardımcı olmak.

• İnsanların bilgi edinmesi, hizmetlere ve sosyal desteklere ulaşmaları için yardım sağlamak.

• İnsanların sakinleşmelerine yardımcı olmak.

• İnsanları konuşmaya zorlamadan dinlemek.

• Kişileri zorlamayan pratik bakım ve destek sağlamak.

• Kişileri olası zararlardan korumak.

Süreçte dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıdaki gibidir:

• Bireyin ileri düzey desteğe ihtiyacı varsa (Kendilerine veya çocuklarına bakamayacak düzeyde zorda olan bireyler); birey uygun kaynağa yönlendirilmelidir.

• Uygulamanın mümkün olduğunca mahremiyet sağlanabilecek bir yerde yapılması önerilmektedir. İmkanlar elvermiyorsa; yeterince güvenli her yer uygundur.

• Yardım etme sorumluluğu alındığı zaman; insanların güvenliğine, gizliliğine haklarına saygı gösterecek şekilde davranılması önemlidir. Her kriz durumu kendine özgü olmakla birlikte; güvenilir ve dürüst olmak, kişisel önyargıların ve eğilimlerin farkında olmak, bireyin özelliklerine (yaş, cinsiyet, kültür, vb.) uygun biçimde davranmak önemlidir.

• Arama kurtarma ve acil personelini engellememek, görevin sınırlarını bilmek, konumu kötüye kullanmamak, yardım karşılığı bir istekte bulunmamak, yerine getirilemeyecek sözler ve yanlış bilgiler vermemek, ısrarcı olmamak, kişiyi yargılamamak önemlidir.

• Çocuklar, ergenler, yaşlılar, etnik gruplar, ayrımcılık veya şiddet riski altında olan kişiler gibi ek yardıma ihtiyaç duyabilecek kişilere ayrıca dikkat edilmelidir.

• Bireysel çalışmaların önünde bir engel bulunmamakla birlikte; koordinasyon ve hız açısından, topluluk veya organizasyon dahilinde çalışılması önerilmektedir.

Sonlandırma yaparken; sürecin sonlanacağı bilgisini paylaşmak ve nelerle karşılaşılabileceğini açıklamak, doğabilecek terslikleri değerlendirmek önemlidir. Eğer yardıma başka bir kişi devam edecekse; kişileri birbiriyle tanıştırmaya ve olumlu bir tavırla vedalaşmaya dikkat edilmelidir.

#### 8.2.1.1. Yardım Edene Yardım ve Öz-bakım:

• Kriz olayının detayları, mevcut hizmetler, destekler, emniyet ve güvenlik problemleri hakkında bilgi edinilmelidir.

• Ani gelişen bir olayın içerisinde bulunulacağı için; karşılaşılacak duruma, görülmesi ve yaşanması olası şeylere hazırlık yapmak gereklidir.

• Yardım verenin yardım sırasında sakin olabilmesi, stres altındaki insanların kendilerini daha güvende hissetmelerine yardımcı olacaktır.

• Yardım verenin kendi iyi oluşuna özel olarak dikkat etmesi, yeterince dinlenmesi, mümkün olduğunca yemesi ve susuz kalmaması, sakinleşme becerilerinden (paylaşımda bulunma, nefes egzersizleriyle endişe uyaranlarını aşağıya çekme, vb.) faydalanması, başkalarına yardım edebilecek durumda olabilmesi ve sürdürülebilirlik için önemlidir.

### 8.2.2. Yas

Yetişkinde yas süreci ölüm, boşanma gibi kayıplar sonrasında ortaya çıkan bir bilişsel, duygusal ve davranışsal tepkiden oluşur. Bu tepkiler keder, öfke, inkâr, umutsuzluk, suçluluk, kabul gibi duygular yer alabilir. Yas süreci, her insan için farklıdır ve belirli bir sıraya uymaz. Bununla birlikte, Kubler-Ross (1997) beş aşamayı deneyimlediklerini ifade eder:

*1. İnkâr:* Kişi ölüm, boşanma, iş kaybı gibi bir kayıp karşısında şok geçirir ve gerçeği kabul etmek istemez.

*2. Öfke:* Kişi kaybın gerçekliğini kabullenmeye başlar ve genellikle kendini, başkalarını yaratanı suçlar.

*3. Pazarlık:* Kişi kaybın acısını hafifletmek için bir şeyler yapabileceğine dair umutlar besler ve genellikle "keşke şöyle yapsaydım" şeklinde düşüncelere kapılır.

*4. Depresyon:* Kişi gerçekliği kabullenir ve yasın acısını yoğun bir şekilde hissetmeye başlar.

*5. Kabul:* Kişi kaybın gerçekliğini kabul eder ve yasın son aşamasına geçer.

Yas süreci, bir kişinin yaşadığı kayıp veya değişime bağlı olarak farklı sürelerde değişebilir ve kişiden kişiye değişebilir. Süreçte zaman zaman zorluklar yaşanabilir, ancak kişi yas sürecinin doğal bir parçası olduğunu anlayarak kendine zaman ve sabır gösterirse, zamanla iyileşme süreci başlayabilir (Kadıoğlu, 2023; Mestçioğlu ve Sorgun, 2003).

#### 8.2.2.1. Yas sürecinde olan kişilere yönelik öneriler ve dikkat edilmesi gerekenler (Worden, 2001)

3. Kendini güvende hissedeceği bir ortam oluşturmalı.

4. Kaybın gerçekliğini fark etmesi ve kabul edebilmesine yardımcı olmak için ölen kişi hakkında konuşmaya cesaretlendirilmeli.

5. Kayıptan doğan üzüntü, acı, sıkıntı, öfke, çaresizlik gibi duygularını dile getirmesine ve yaşamasına izin vermeli.

6. Ölümün ardından ortaya çıkabilecek ruhsal bozukluklar (depresyon, kaygı bozukluğu, intihar düşünceleri ve girişimleri gibi) ile ilgili dikkatli olmak ve psikiyatri uzmanına yönlendirmek.

7. Günlük yaşam rutinini parçası olan beslenme gibi temel gereksinimlerin karşılanması ve uykusunun düzenlenmesi sağlanmalı.

8. Kültürü ve inancı doğrultusunda cenaze ve yasla ilgili törenleri yapabilmesine yardımcı olunmalı ve desteklenmeli.

9. Sorunları ile kendisinin ilgilenilmesine yardımcı olunmalı, baş etme yollarını güçlendirilmeli.

10. Kayıp ile ilgili düşünce ve duygulardan kaçınmak için yapılacak işlevsiz baş etme stratejilerine dikkat edilmeli (alkol ve/veya uyuşturucu madde kullanımı gibi).

### 8.2.3. Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB)

TSSB, bir kişinin maruz kaldığı ciddi bir travmatik olayın sonrasında ortaya çıkan bir kaygı bozukluğudur. Bu durum, kişinin yaşamında sıkıntıya neden olan semptomlarla karakterizedir, örneğin tekrarlayıcı hatıralar, uykusuzluk, kaygı, korku, duyarsızlık ve kaçınmalar gibi bilişsel, duygusal ve davranışsal tepkidir.

Doğal afet sonrasında, yaşanan olayların etkisini azaltmak ya da ortaya çıkan psikolojik sorunları iyileştirmek için çeşitli destek hizmetleri sunulabilir. Bu hizmetler arasında bireysel psikolojik danışmanlık, grup terapisi, psikoeğitim, sosyal destek grupları, psikodrama, etkileşim grupları ve stres yönetimi teknikleri yer alır.

Travmatik deneyimden sonra sağlanan psikojik destek yoluyla kişilerin psikolojik sağlamlığı arttırılarak ortaya çıkacak olumsuzluklar için baş etmeleri güçlendirilebilir. Bir kişinin güçlü bir stres veya travma durumunda psikolojik sağlamlık göstermesi, psikolojik iyileşme yeteneği olarak tanımlanabilir. Psikolojik sağlamlık, kişinin yaşadığı travmatik olayların üstesinden gelmesine, iyileşmesine ve hatta bu olaylarla ilgili yeni anlamlar oluşturmasına yardımcı olur.

### 8.2.4. Psikolojik Sağlamlık

Psikolojik sağlamlık, bireyin zorluklara rağmen toparlanabilme kapasitesi ile ilgilenen travma araştırmalarından doğmuştur. Psikolojik sağlamlık, bireylerin önemli sıkıntı veya travma deneyimlerine rağmen olumlu uyum içinde oldukları çok yönlü dinamik bir süreç olarak yorumlanabilir (Luthar, Cicchetti & Becker, 2000). Psikolojik sağlamlık kavramıyla, adaptasyon veya gelişmeye yönelik ciddi tehditler halinde iyi sonuçlarla karakterize edilen bir fenomen sınıfı ifade edilebilir.

Psikolojik sağlamlık, zorluklarla başa çıkma becerisini artırmak için yapılabilecek birçok şey bulunmaktadır. İşte psikolojik sağlamlığı artırmak için öneriler:

*1. Sosyal destek:* Akran guruplarınız, arkadaşlarınız, akrabalarınız gibi destek grupları ile iletişimde kalmak.

*2. Öz-yeterliliğinizi desteklemek:* bir işi yapabileceğinize yönelik inancınızı destekleyecek küçük kişisel hedefler belirleyin ve bu hedefleri başarmak için çaba gösterin.

*3. Kişisel bakım:* Kendinize iyi bakın, sağlıklı bir diyet yapın, düzenli olarak egzersiz yapın ve yeterli uyku alın.

*4. Fiziksel egzersiz:* İstediğiniz zaman ve istediğiniz kadar yürüyüşler yapmaya çalışsın.

*5. Yeni deneyimler:* Kendinize yeni deneyimler yaratın, yeni şeyler öğrenmek için sosyal alanları kullanarak ve kendinizi geliştirmeye devam edin.

*6. Stres yönetimi:* Stresli durumlarda nasıl tepki vermeniz gerektiğini öğrenin. Derin nefes almak, meditasyon, yoga veya egzersiz gibi stres azaltma tekniklerini kullanabilirsiniz.

*7. Problem çözme becerileri:* Karşılaştığınız sorunları çözmek için adımlar atın ve bir çözüm bulmak için alternatif yollar düşünün.

*8. Dayanıklılık:* Zor zamanlarda dayanıklı olmak için kendinize güvenin, olumlu düşünün ve stres yönetim tekniklerini kullanın.

Bu öneriler, psikolojik sağlamlığı artırmak için başlangıç noktası olabilir. Ancak her insan farklıdır ve herkesin ihtiyaçları farklıdır. Bu nedenle, kişisel koşullarınızı ve ihtiyaçlarınızı göz önünde bulundurarak psikolojik sağlamlığınızı artırmak için size uygun olan yöntemleri belirleyebilir ve uygulayabilirsiniz.

TSSB semptomları olan bireyler genellikle psikolojik olarak daha az dayanıklıdır ve bu durum, daha sonra maruz kalabilecekleri stresli olaylarla başa çıkmalarını zorlaştırabilir. Ancak, psikolojik sağlamlık özellikle stresli olaylarla başa çıkma becerisini geliştirerek TSSB riskini azaltabilir. Araştırmalar, psikolojik sağlamlığın artmasının, TSSB semptomlarındaki azalmayla ilişkili olduğunu göstermektedir. Psikolojik sağlamlık, bireyin yaşadığı stresli olaylarla başa çıkma becerilerini artırabilir, duygusal kontrolünü sağlayabilir ve olumlu duygusal uyum sağlayabilir. Bu nedenle, psikolojik sağlamlık, TSSB tedavisinin bir parçası olarak kullanılabilecek birçok stratejiden biridir.

### 8.2.5. Kabul

Birey olumsuz olarak değerlendirdiği duygusal durumlar, düşünceler ve/veya nahoş fizyolojik uyarılmalar gibi belirli durumları deneyimlemek istemediğinde, işin ucunda davranışsal bir “bedel” olsa bile bu durumların sıklığını veya biçimini değiştirmeye çalışır bu duruma yaşantısal kaçınma denir. Kaçınma davranışları görünüşte acı verici olaylardan kurtulma girişimleridir. Fakat ne yazık ki olayın olumsuz etkisine maruz kalan kişilerin huzur arayışları, içsel deneyimlerinden kaçınma çabaları yüzünden boşa çıkabilir.

Travmatik olayın rahatsız ediciliği göz önünde bulundurulduğunda, bireyin travmatik düşüncülere ve bunlarla ilişkili duygulara karşı koymak veya bunlardan kaçınmak için belirli bir davranışlara başvurması gayet anlaşılırdır. Dahası, travmatize, obsesif, kaygılı veya depresif insanların, düşüncelerini baskılamaya çalıştıklarına dair önemli veriler bulunmaktadır (Follette & Ruzek, 2006).

Daha önce de üzerinde durulduğu gibi, insanların duygu durumlarını kontrol altına alma çabaları, paradoksal şekilde duygu durumlarının aynı şekilde devam etmesine ve alkol kullanımı ve aşırı yeme davranışı gibi pek çok uyum bozucu davranışın benimsenmesine yol açabilmektedir.

Travmatik olaylarla ilişkili olarak kişinin kendini açması (self-disclosure) – travmanın, baskılama girişimlerine başvurmadan açık bir şekilde anlatılması süreci- üzerine yoğunlaşan araştırmalar sonucunda bu açmanın daha düşük düzeylerde psikolojik sıkıntı ve kişinin kendine bakım yeteneğinde artma ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

### 8.2.6. Travma Sonrası Stres Bozukluğu Yaşayan Bireyler için Yaşam Becerileri

Doğal afetler sonrasında oluşan psikolojik rahatsızlıkların tedavisinde, diğer psikolojik becerilerin kullanılması faydalı olabilir. Bu beceriler, bireyin psikolojik rahatsızlıkların semptomlarının sağaltımında ve yaşam becerilerinin artmasında yardımcı olabilir.

Bunlar arasında şunlar yer alır:

*1. Nefes egzersizi teknikleri:* Derin nefes alma, meditasyon ve kas gevşeme egzersizleri gibi nefes alma teknikleri, kaygı ve stres düzeylerini azaltmaya yardımcı olabilir.

*2. Zihin farkındalığı:* Zihin farkındalığı teknikleri, bireyin duygularını, düşüncelerini ve bedenini fark etmesine yardımcı olur. Bu teknikler, bireyin psikolojik rahatsızlıkların semptomlarını yönetmesine yardımcı olabilir.

*3. Duygu düzenleme becerileri:* Duyguların farkında olmak ve bunları yönetmek, psikolojik rahatsızlıkların semptomlarını yönetmeye yardımcı olabilir. Örneğin, bir bireyin duygularını ifade etme, duygularını tanıma ve duyguları kontrol etme konusunda beceriler geliştirmesi, TSSB ile başa çıkma konusunda faydalı olabilir.

*4. Sosyal destek:* Sosyal destek, psikolojik rahatsızlıkların semptomlarını yönetmek için önemli bir faktördür. Sosyal destek, bireyin duygusal olarak desteklenmesine ve başkalarının yardımıyla psikolojik rahatsızlıkların semptomlarını yönetmesine yardımcı olabilir.

*5. Bilişsel yeniden yapılandırma:* Bilişsel yeniden yapılandırma, bireyin psikolojik rahatsızlıkların semptomlarına neden olan düşünceleri değiştirmesine yardımcı olabilir. Bu teknik, psikolojik rahatsızlıkların semptomlarını azaltabilir ve bireyin hayat kalitesini artırabilir.

*6. Görevlendirme:* Görevlendirme, bireyin psikolojik rahatsızlıkların semptomlarını yönetmek için kendine uygun görevler veya aktiviteler belirlemesi anlamına gelir. Bireyin kendisine uygun bir amaca yönelmesi, psikolojik rahatsızlıkların semptomlarının azalmasına yardımcı olabilir.

### 8.2.7. Çocuklarda Psikolojik İyileşme

Çocukların da bir kayıptan sonra yas tepkisi yaşadıkları bilinmektedir. Çocukların kayıp karşısında tepkileri çok çeşitli olabilmektedir. Birincil olarak hiç tepki vermeyebilir ya da ciddi duygusal patlamalar gösterebilirler. İkincil tepkiler çocuğun kaybı yaşadıktan bir süre sonra göstermeye başladığı ve etkisi yıllarca gözlenebilir tepkilerdir. Bunlar arasında kaygı, korku, uyku bozuklukları, öfke içeren davranışlar, içine kapanma, suçluluk, yaşından küçükmüş gibi davranma, olayları yeniden yaşama sayılabilir.

• Çocukların kayıpla ilgili ne bildiklerini ve düşündüklerini anlamak için sorular sormak, dikkatlice dinlemek kritiktir.

• Yaşanan kayıp ve yas süreci (acı ve üzüntünün doğal oluşu) yaşa uygu, doğru ve basit biçimde açıklanmalıdır.

• Günlük rutin ve planlara mümkün olduğunca uymak, eski düzenin yeniden başlatılması ve devamlılık temel konulardandır.

• Güvende olduklarını hatırlatmak, fiziksel teması artırmak, güven inşa edici ortamı ve oyunları sağlamak faydalıdır.

• Duygu paylaşımı (sözel ve sözel olmayan şekilde) ve olanlarla ilgili konuşması teşvik edilmelidir.

• Çocukların törenlere katılmaları faydalıdır. Eğer çocuk katılmayı istemiyorsa; bu konuda baskı yapılmamalıdır.

Eğer çocuk; aşırı derecede içine kapanmış ve depresyonda görünüyorsa, aşırı öfkeli davranışlarda bulunuyorsa, sürekli fiziksel şikayetleri varsa, saldırgan bir tutum sergiliyorsa profesyonel destek alınmalıdır.

**8.2.8. Kahramanmaraş Depreminin İTÜ'deki İzdüşümü**

6 Şubat Pazartesi 2023 tarihinde gerçekleşen deprem felaketinde; 4 öğrencimiz vefat etmiştir ve toplam 2395 öğrencimiz çeşitli şekillerde (aile içi vefat, devam eden tedavi, ev hasarı, fiziki herhangi bir sorun bulunmayan, vb.) süreçten etkilenmiştir.

6 Şubat 23 tarihinde gerçekleşen depremden sonra İTÜ'de okumakta olan 95 öğrencimiz arama kurtarma faaliyetlerinde yer almıştır. İki kulüp bünyesinde (İTÜ Arama Kurtarma Kulübü ve İTÜ Mağara Arama Kulübü) arama kurtarma faaliyetlerinde bulunan 48 öğrenci ile yapılan görüşmelerde TSSB ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Öğrencilerin durumlarının takip edebilmek amacıyla ölçme araçlarını (Duygu Düzenleme Güçlüğü Ölçeği, Beck Anksiyete Anketi, TSSB için PCL-5) uygulanmıştır.

İlk görüşmelerde öğrencilerin zaman algılarının bozulduğu (gün ve saate uyum sağlamak zorluk yaşadıkları), olayları hatırlamada zorluklar, uyku sorunları yaşadıkları, hayatın anlamını sorguladıkları, haz yitimi (anhedoni) ve dikkat toplama sorunları yaşadıkları gözlenmiştir. Görüşme yapılan öğrencilerden 28 kişinin deprem bölgesine gittiği ve döndüğü günü hatırlayamadığı ve karar veremediği tespit edilmiştir.

İkinci hafta yapılan görüşmelerde öğrencilerin daha önceki sorunlarında bir takım iyileşmeler görülmüştür. Özellikle uyku ile ilgili iyileşmenin olduğu görülmüştür. İlerleyen süreçte öğrencilerin ikincil travma durumları izlenmeye devam edilecektir.

Üniversitemiz öğrenci ve personeline yönelik olarak "Deprem Sonrası Psikoloji" başlıklı bilgilendirme video çekilmiştir.

Ayrıca depremden etkilenen öğrencilerle iletişim becerilerini kapsayan çevrimiçi bilgilendirme toplantıları akademik personele yönelik olarak düzenlenmiştir ve düzenlenmeye devam edilecektir. Süreç içerisinde ihtiyaca yönelik grup çalışmaları yapılması planlanmaktadır.

## 8.3. Sonuç

Kahramanmaraş merkezli depremlerin psikolojik etkileri gelecek dönemde farklı yaş guruplarında farklı düzeylerde görülme ihtimali söz konusudur. Öğrenciler ile yapılan görüşmeler travma deneyimini daha anlaşılır hale getirmek için veriler sunmuştur. Görüşmeler öncelikli bilgilendirme ve koruma amaçlı bir süreç olarak oluşturulmuştur. Tiraj çalışması kapsamında önceliğe ihtiyaç duyan öğrenciler (ağır belirti gösterenler, daha önce travmatik deneyimi olanlar ve psikolojik tedavi görenler) tespit edilmiştir ve İTÜ PDR Merkezi'nde izleme süreci devam etmektedir.

***Kaynakça***

*Follette, V. M., & Ruzek, J. I. (Eds.). (2006). Cognitive behavioral therapies for trauma. Guilford Press*

*Fondren, K., Lawson, M., Speidel, R., McDonnell, C. G., & Valentino, K. (2020). Buffering the effects of childhood trauma within the school setting: A systematic review of trauma-informed and trauma-responsive interventions among trauma-affected youth. Children and youth services review, 109, 104691. https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2019.104691*

*Kadıoğlu, M. (2023) Afet Acil Yardım Klavuzu. İTÜ Yayınları.*

*Karatay, G. (2020). Tarihsel/toplumsal travmalar ve kuşaklararası aktarımı biçimleri üzerine. Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 29(5), 373-379.*

*Kubler-Ross, E. (1997). The Wheel of Life: A Memoir of Living and Dying.*

*Luthar, S. S., Cicchetti, D., & Becker, B. (2000). The construct of resilience: A critical evaluation and guidelines for future work. Child Development, 71(3), 543-562. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00164*

*Maynard, B. R., Farina, A., Dell, N. A., & Kelly, M. S. (2019). Effects of trauma-informed approaches in schools: A systematic review. Campbell Systematic Reviews, 15, 1-18. https://doi.org/10.1002/cl2.1018*

*Mestçioğlu, Ö. ve Sorgun, E. (2003). Travmatik yas. İçinde Aker T. ve Önder M.E. (Ed.), Psikolojik travma ve sonuçları (ss.179-193). İstanbul: 5US Yayınları, Epsilon Reklamcılık.*

*Tatlidil, E. (2019). Sığınma kamplarında yaşayan çocukların depresyon, travma sonrası stres belirtileri ve davranış problemlerinin incelenmesi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü). Beykent Üniversitesi*

*Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Derneği (2014). Psikolojik ilk yardım: Saha Çalışanları için Rehber. (Çev. Editörü Özgür Erdur-Baker). Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Derneği.*

*Worden, W. (2001). Grief counselling and grief therapy: A handbook for the mental health practitioner. New York: Brunner-Routlege.*



İTÜ

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ 1773

250 YIL 1773–2023

/ itu1773

Mart 2023